

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI ÎNVĂȚĂMÎNTULUI  
SOCIETATEA DE ȘTIINȚE BIOLOGICE

# NATURA

SUPLIMENT PENTRU PROFESORI  
ȘI ELEVII

*Studiu  
ecologic  
D. Budoniu*



BUCUREȘTI  
1986



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI ÎNVĂȚĂMINTULUI  
SOCIETATEA DE ȘTIINȚE BIOLOGICE DIN R. S. ROMÂNIA

# NATURA

SUPLIMENT PENTRU PROFESORI ȘI ELEVİ

BUCUREȘTI

1986



„Se impune ca în activitatea de învățămînt să se acorde o mai mare atenție însușirii cunoștințelor de bază din disciplinele fundamentale — matematica, fizica, chimia, biologia — la care se adaugă disciplinele cu o puternică înrîurire educativă asupra tinerilor, cum sînt limba și literatura română, istoria și geografia patriei. Numai astfel poate fi îndeplinită menirea profund umanistă a școlii de a îmbina preocuparea pentru a asigura absolvenților o bogată pregătire de specialitate și totodată un larg orizont științific și cultural“.

Acad. dr. Ing. ELENA CEAUȘESCU  
din cuvîntarea la plenara Consiliului Național  
al Științei și Învățămîntului

#### COMITETUL DE REDACȚIE

Lector dr. L. GAVRILĂ — responsabil  
Biolog pr. dr. G. MOHAN — secretar de redacție  
Prof. dr. I. ANGHEL — președintele S.S.B.  
Lector dr. C. VOICA — secretar S.S.B.  
Conf. dr. M. ANDREI — redactor șef al revistei Natura

#### REDACȚIA ȘI ADMINISTRAȚIA

București, Aleea Portocalilor nr. 1—3, telefon 49.66.02  
București 77206



## CUPRINS

	<u>Pag.</u>
Cuvint înainte . . . . .	5

### BIOLOGIA ÎN ACTUALITATE

Conf. dr. ANDREI M. — <i>Era biologiei sau a biotehnologiilor</i> . . . . .	7
Lector dr. MUJA ANETA — <i>Aplicații ale matematicii în biologie</i> . . . . .	13
Lector dr. GAVRILĂ L., lector dr. DĂBALĂ I. — <i>De la elucidarea naturii și proprietăților genei la ingineria genetică</i> . . . . .	21
Prof. dr. doc. RAICU P. — <i>Genele discontinui ale eucariotelor și originea lor</i> . . . . .	33
Conf. dr. DABA D. — <i>Relația energetică radiația solară—substanța planetară și incidența ei asupra materiei vii</i> . . . . .	42
Cercet. dr. BĂRA I., COFLER FANI, ALEXANDRESCU GABRIELA, CARAGHIN MARIA, ZĂNOAGA CRISTINEL — <i>Aspecte ale biosintezei și biotransformării substanțelor utile „in vitro”</i> . . . . .	48
Lector dr. TOMA N., prof. dr. ANGHEL I. — <i>Originea și evoluția celulei eucariote</i> . . . . .	53

### LUMEA PLANTELOR ȘI ANIMALELOR

Conf. dr. doc. ȘERBĂNESCU JITARIU GABRIELA — <i>Originea ontogenetică a organelor la plante (organogeneza)</i> . . . . .	80
Biolog dr. MOHAN GH. — <i>Fosile vii din lumea plantelor</i> . . . . .	94
Lector dr. NEACȘU P. — <i>Din viața albinelor</i> . . . . .	100
Lector dr. TEODORESCU IRINA — <i>Colectarea și prepararea materialului entomologic</i> . . . . .	109
Studentii : BARBUTĂ ANCA, STĂNESCU M. — <i>Pești cu organe electrice</i> . . . . .	119
Studentii : TEGUȘ MIRELA, MOCANU EMANUELA, TRIFAN CARMEN, GAGIU MARIANA — <i>Opțiune pentru stupul de observație cu pereți de sticlă, vertical pe două rame utilizat în școală</i> . . . . .	127
Prof. TURCU LUCREȚIA — <i>Ikebana — arta aranjării florilor</i> . . . . .	132

### DIN ACTIVITATEA PROFESORILOR ȘI ELEVILOR

Prof. MURG RODICA — <i>Integrarea experimentului în lecțiile de biologie — condiție de bază a învățământului modern</i> . . . . .	141
Prof. PAROȘANU I. — <i>Manifestări de sensibilitate și rezistență la poluare</i> . . . . .	145
Prof. OPREA EM., OPREA STELA — <i>Unitatea lumii vii</i> . . . . .	150
Elevii : POP LAURA, TELEAGĂ GEANINA — <i>Protecția naturii în județul Hunedoara</i> . . . . .	155
Elev VLADIMIRESCU ALEXANDRU — <i>Date ecologice și biotehnologice asupra unor grupe de alge</i> . . . . .	159
Elev MARIN FLORIN — <i>Expediția ecologică „Delta Dunării”</i> . . . . .	163
Elev TUDOR CARMEN — <i>Contribuții la cunoașterea micilor mamifere din culturile agricole</i> . . . . .	169



## SINTEZE ȘI PROBLEME ÎN SPRIJINUL ADMITERII ÎN ÎNVĂȚĂMÎNTUL SUPERIOR

	<u>pag.</u>
Lector dr. IORDĂCHESCU DANA — <i>Reacții de sinteză în lumea moleculelor organice</i> . . . . .	172
Lector dr. MUJA ANETA — <i>Probleme de matematică date la examenul de admitere la facultatea de Biologie—Geologie—Geografie, sesiunea 1986 (secția Biochimie)</i> . . . . .	180
Lector dr. MĂRGINEANU G.-D. — <i>Subiectele de fizică date la facultățile de profil medical în sesiunea de admitere 1986</i> . . . . .	184
Asistent IGA D. — <i>Subiecte de chimie date la examenul de admitere la facultatea de Biologie — Geologie — Geografie, sesiunea 1986 (secția biologie și biochimie)</i> . . . . .	193

### REBUS PE TEME DE BIOLOGIE

Prof. LUPȘAN ELENA — <i>Alcătuirea și funcțiile frunzei; Biologica</i> . . . . .	198
Prof. DOROȘENCO ALEX. — <i>Plante ocrotite din România</i> . . . . .	199

### DIN ISTORIA BIOLOGIEI

Prof. dr. ANGHEL I., lector dr. GAVRILĂ L. — <i>Bogate tradiții ale geneticii românești</i> . . . . .	201
---	-----



## CUVINT INAINTE

Prof. dr. ION ANGHEL

Președintele Societății de Științe Biologice

Edificarea societății socialiste multilateral dezvoltate și înaintarea României spre comunism sînt strîns legate atît de crearea unei economii moderne, de înaltă tehnicitate și eficiență, cît și de realizarea unor transformări profunde, revoluționare în domeniul conștiinței, de ridicarea nivelului general de pregătire politico-ideologică și profesională a tuturor oamenilor muncii. În Programul partidului, adoptat la cel de al XIII-lea Congres al P.C.R., precum și în documentele Primului Congres al Științei și Învățămîntului, o atenție prioritară se acordă creșterii rolului învățămîntului, științei și culturii în formarea de cadre cu o temeinică pregătire profesională, capabile să acționeze cu competență pentru traducerea în viață a politicii partidului în toate domeniile de activitate, pentru legarea tot mai strînsă a învățămîntului cu cercetarea științifică și producția, pentru educarea tinerei generații.

Magistrala cuvîntare a tovarășului NICOLAE CEAUȘESCU, secretarul general al partidului, rostită în deschiderea lucrărilor primului Congres al Științei și Învățămîntului, cuprinde orientări și teze de o excepțională însemnătate teoretică și practică, reprezintă un vast program de muncă pentru slujitorii învățămîntului, pentru creșterea contribuției învățămîntului și științei la construirea societății socialiste multilateral dezvoltate. Însăși organizarea primului Congres al Științei și Învățămîntului din inițiativa și cu contribuția determinantă a tovarășului *Nicolae Ceaușescu*, constituie o expresie elocventă a preocupărilor constante pe care partidul, secretarul său general le acordă creșterii rolului științei și învățămîntului, ca factori fundamentali ai dezvoltării societății.

Progresul societății umane, al cunoașterii și bunăstării materiale sînt strîns legate de dezvoltarea învățămîntului de toate grădele și numai în măsura în care acesta a cuprins pe toți copiii și tinerii de vîrstă școlară, se poate vorbi de progres. Este meritul Partidului nostru și în mod deosebit al secretarului general al partidului, tovarășul NICOLAE CEAUȘESCU care a pus la baza construcției noii societăți, învățămîntul, știința și cultura, fără de care nu poate fi concepută o economie modernă și pe această bază bunăstarea poporului. Generalizarea învățămîntului de 10 ani, extinderea și diversificarea învățămîntului profesional, liceal și superior au creat premisele formării atît a unor muncitori cu o înaltă pregătire profesională dar și a specialiștilor cu calificare superioară pentru absolut toate domeniile economiei, sănătății și culturii.

Revoluția tehnico-științifică, la care sîntem în egală măsură martori și participanți, solicită o solidă pregătire de cultură generală, indiferent de domeniul în care vor lucra actualii elevi — industrie, agricultură, construcții, care-i dă posibilitatea să-și desăvîrșească pregătirea profesională, să contribuie în perspectivă la progresul tehnic și la obținerea



unor produse competitive pe plan mondial. Această cerință a fost clar exprimată de tovarăsa Acad. dr. Ing. Elena Ceașescu, prim viceprim-ministru al Guvernului, președintele Consiliului Național al Științei și Învățămîntului, la plenara Consiliului Național al Științei și Învățămîntului (31 octombrie 1986): „Se impune ca în activitatea de învățămînt să se acorde o mai mare atenție însușirii cunoștințelor de bază din disciplinele fundamentale — matematica, fizica, chimia, biologia — la care se adaugă disciplinele cu o puternică înrîurire educativă asupra tinerilor, cum sînt limba și literatura română, istoria și geografia patriei. Numai astfel poate fi îndeplinită menirea profund umanistă a școlii de a îmbina preocuparea pentru a asigura absolvenților o bogată pregătire de specialitate și totodată un larg orizont științific și cultural“.

În acest context, biologia, știința care a suferit profunde transformări este chemată să asigure nu numai formarea unei culturi absolut necesară oricărui om, dar să contribuie în mod direct la progresul agriculturii, medicinei și a unor ramuri industriale. Indiferent de domeniul în care va lucra, după absolvirea școlii profesionale, liceului sau a unui institut de învățămînt superior, tînărul trebuie să aibă suficiente cunoștințe despre propriul organism (alcătuire și funcții) pentru a-și menține sănătatea — și despre tot ceea ce-l înconjoară, plante și animale, cunoscînd importanța fiecăreia și militînd pentru protecția lor, conservarea și exploatarea rațională a celor utile.

Formarea unei asemenea culturi biologice este sprijinită și de Societatea de Științe Biologice, care printr-o multitudine de forme și acțiuni (simpozioane, sesiuni științifice, conferințe și publicarea revistei *Natura* și a volumului cu referate de sinteză — *Problemele actuale de biologie*), sprijină acțiunea de informare și documenare a profesorilor de biologie, perfecționarea pregătirii lor profesionale, modernizarea învățămîntului.

În acest context s-a înscris și inițiativa de a publica un supliment al revistei *Natura* pentru elevi și în egală măsură pentru studenți și profesori, dornici să-și completeze cunoștințele primite în orele de biologie, iar pe cei care doresc să se prezinte la concursul de admitere în învățămîntul superior, să-i orienteze și să-i ajute în pregătirea acestui concurs.

În același timp prin cuprinsul său volumul poate fi util și altor categorii de cititori, interesați să cunoască din tainele și realizările biologiei, considerată prin ce a dat omenirii dar mai ales prin ce se așteaptă de la ea *Știința viitorului*.

Începînd cu acest număr publicăm primele articole scrise de elevi și studenți, cărora le adresăm chemarea de a-și valorifica cunoștințele și realizările în paginile acestui supliment cît și în revista *Natura*.

Apariția acestor două numere o datorăm în mod deosebit colegilor noștri lector dr. L. Gavrilă și biolog pr. dr. G. Mohan, pasionați și prestigioși cercetători, talentului și spiritului lor organizatoric, harnicului colectiv al Tipografiei Universității din București, condus cu pricepere de tovarășii I. Zaharia și C. Dumitru, cărora le adresăm cele mai alese mulțumiri.

Ne exprimăm și de această dată convingerea că cititorii, elevi, studenți și profesori, vor contribui la îmbogățirea numerelor următoare, sugerîndu-ne noi rubrici și teme pe care să le abordăm, dar și prin participarea directă la realizarea lor cu studii, articole, informații.



# BIOLOGIA ÎN ACTUALITATE

## ERA BIOLOGIEI SAU A BIOTEHNOLOGIILOR

Conf. dr. MARIN ANDREI

Facultatea Biologie Geografie, Geologie — București

În biologie are loc în zilele noastre o gigantică acumulare de material factual, concomitent cu un proces care constă într-o tot mai profundă înțelegere a esenței fenomenelor vieții. Ca urmare, cercetarea biologică contemporană a ajuns într-un stadiu de progres considerabil.

Multe din descoperirile actuale și cele care se estimează pentru viitorul mai mult sau mai puțin apropiat au condus la formulări tot mai des întâlnite : *era biologiei, revoluția biologică, ingineria biologică, revoluția bioindustrială (biotehnologică)* ș.a.

Științele biologice au cunoscut, într-adevăr, o dezvoltare explozivă declanșată, fără îndoială, de *biologia moleculară*, propulsată la rîndul ei, în prim plan, de elaborarea modelului moleculei de DNA de către Watson și Crick (1953). Era biologiei sau a biotehnologiilor este și va fi strîns legată de realizările, în primul rînd, din *biologia moleculară*.

Pentru a înțelege semnificația formulării de mai sus, de *eră a biologiei sau a biotehnologiilor*, să vedem mai întîi ce este *biologia moleculară* și care sînt implicațiile ei teoretice și practice. *Biologia moleculară* este, de fapt, un domeniu interdisciplinar, rezultat în urma „topirii” în același creuzet al *biochimiei, fizicii, geneticii și fiziologiei* (Fr. Jacob). Prin urmare, cercetătorii din domeniul *biologiei moleculare* analizează fenomenele complexe ale vieții cu ajutorul metodelor *fizicii și chimiei*, în special a celor din *stereochimie*. Dar aceasta nu înseamnă că problemele complexe ale biologiei vor fi reduse sau rezolvate prin legile obișnuite ale fizicii și chimiei ; metodele acestor discipline precise sînt mai simple și „simplitatea întotdeauna trebuie să clarifice complexitatea” (Fr. Jacob).

*Biologia* cooperează și va coopera foarte strîns cu *chimia și fizica*, mai bine zis, cu metodele de lucru ale acestor științe, dar aceasta *nu înseamnă că va trebui să-și schimbe și specificitatea*.

*Biologia* nu poate fi redusă la *fizică și chimie*, dar nu poate nici să se dispenseze de aceste discipline. „Deși studiul vieții pe treapta ei *moleculară* este de mare importanță, trebuie să nu uităm că nu este suficientă numai cunoașterea proceselor fizico-chimice care se desfășoară în sistemele biologice. Mișcarea biologică include în sine formele de mișcare fizică și chimică, dar conține ceva în plus : determinarea ei cali-



tativă, proprie, căreia îi corespund alte legi decât cele ale fizicii și chimiei" (I. Drăghici, 1972).

Într-o lucrare comună a câtorva oameni de știință din țara noastră, prof. G. Zarnea, în studiul său, arăta : „biologia moleculară are meritul de a fi produs o mutație profundă în concepția de abordare a unei cercetări biologice, demonstrând necesitatea asocierii între echipe care desfășoară activități foarte diferite... acest cadru a determinat o adevărată revoluție în biologie“. Prin urmare biologia moleculară reclamă o cercetare interdisciplinară, ea solicită efortul conjugat al biologilor, chimiștilor, fizicienilor ș.a. în descifrarea proceselor biologice extrem de complexe.

Există unanimitate în aprecierea că în cercetarea la nivel molecular sau atomic nu se mai poate vorbi de botanică, zoologie, anatomie etc., ci de un singur domeniu, acela al biologiei moleculare. Așa cum arătau dr. I. Drăghici, dr. P. Ploaie, dr. Zoe Petre (1972) ș.a. analiza vieții la nivel molecular cere o abordare fizico-chimică a reacțiilor metabolice a proceselor de transmitere și înregistrare a eredității, a reproducerii, a proceselor imunologice etc. Structurile biologice moleculare sînt cercetate în strînsă legătură cu reacțiile chimice pe care le determină și prin efectele fiziologice pe care le produc.

Biologia moleculară este un domeniu exact, în sensul că în cercetările sale nu se mai limitează numai la evidențierea unor fenomene și la elaborarea unor ipoteze; ea impune evaluarea parametrilor, măsurarea exactă a vitezelor și frecvențelor reacțiilor care se petrec la nivelul unui organit, celulă, țesut sau organism. Toate acestea au transformat biologia tradițională într-o știință nouă, normativă, cantitativă, a ordinii și a măsurătorilor.

Din cele relatate, reiese că succesele de pînă acum ale biologiei își au originea în progresele unor științe experimentale și precise cum sînt fizica, chimia, matematica, cibernetica și în formidabilul progres care s-a finalizat cu microscopia electronică sau nucleară, spectroscopia în diferite domenii, difracția de raze X etc. Ca urmare a acestei tehnologii ș.a. s-a reușit să cunoaștem azi, funcționarea sistemului complex de membrane celulare, mecanismul biosintezei proteinelor, al replicării și reparării DNA, descifrarea codului genetic și a mecanismelor de transfer ale informației în celulă, izolarea și sinteza primelor gene etc.

„Acestea au constituit, de fapt, premisele apariției unei noi epoci istorice a dezvoltării biologiei, epoca manipulării dirijate a DNA și deci manipularea funcțiilor eredității cu tehnologia zisă a „ingineriei genetice“ sau în termeni mai adecvați „tehnologia DNA recombinat“ (I. Moraru, 1980).

Implicațiile practice ale tehnologiei DNA recombinant sînt și vor fi extraordinare. Înainte de a enumera cîteva din ele, pentru a clarifica semnificația acestui domeniu de vîrf al biologiei moleculare am apelat la explicația dată de prof. I. Moraru (1980) : „ingineria genetică sau în termeni mai adecvați „tehnologia DNA recombinant“ este o biotehnologie ce permite modificarea controlată a informației genetice a unui material prin inserția de gene noi. Precizăm că tehnicile privitoare la androgeneză, hibridare între celulele somatice, culturi de celule și meristeme, realizate în laboratoarele de specialitate sînt biotehnici „oarecum



corelative cu cea de inginerie genetică". Ele constituie obiectul unei alte biotehnologii — ingineria celulară. Prin urmare, în biotehnologia DNA recombinant este vorba de transferul de gene noi de la unele organisme la altele, indiferent de gradul de înrudire dintre ele, în scopul de a crea organisme noi cu caracteristici neîntâlnite în natură, cu patrimoniu ereditar îmbogățit premeditat. Una din izbînzile acestei biotehnologii la nivel molecular, este inserția într-o bacterie (colibacil) a unei gene umane responsabile de sinteza insulinei. În acest fel, în cursul anului 1980 s-au obținut primele cantități de insulină umană pură. A fost realizată tranferarea genelor responsabile de fixarea azotului (gene „nif”) de la bacteriile fixatoare de azot la cele nefixatoare și în viitor chiar la plantele de cultură, putîndu-se astfel elimina îngrășămintele chimice costisitoare și poluante. Tot prin reprogramare genetică a bacteriilor s-a obținut interferon, un puternic agent natural antiviral, somatotropina, substanțe imunostimulatoare, diferite proteine utile cu rol imunogen sau nutritiv; se preconizează, de asemenea, corectarea unor maladii genetice (eredopatii). După opinia dr. Ștefan Antoși și colab. (1981) ș.a., nivelul de cunoaștere contemporan deschide perspective de mare optimism în cooperarea pentru acțiunea de clonare genică la bacterii sau alte microorganisme de mare valoare economică, cu intenția de a obține un număr infinit de copii cu aceeași identitate genetică. „Tehnologia DNA recombinant poartă în sine germenul unei revoluții biologice... ea deschide posibilități de intervenție dirijată asupra naturii vii de către experimentator (I. Moraru, 1980).

Trebuie să precizăm că cele menționate nu vor conduce la transformarea biologiei într-o anexă a disciplinelor exacte amintite iar argumentele de mai sus nu reprezintă dovezi că toată biologia trebuie să devină moleculară sau să se disperseze în biotehnologii. Biologia „tradițională” va rămîne, în continuare, un domeniu al cunoașterii vieții la nivel organismic și celular, va coexista cu cea moleculară.

Pe plan filozofic, realizările biologiei moleculare vin în sprijinul ideilor darwiniste, evoluționiste, demonstrînd și la acest nivel, unitatea lumii vii, a faptului că toate organismele au aceeași alcătuire generală a aparatului genetic și de decodificare bazată pe DNA, RNAm, RNAt și ribozomi. Codul genetic universal permite traducerea ordinii nucleotidelor din DNA în ordinea aminoacizilor în lanțurile proteinelor active etc. După formularea lui D. Davis (1980), cu excepția acelor sceptici care sînt dispuși să renunțe la rațiune, teoria lui Darwin a devenit legea lui Darwin (citată din G. Zarnea, 1980).

Prin urmare este bine să precizăm că datele acumulate în domeniul biologiei moleculare confirmă unitatea de compoziție și de funcționare a lumii vii. Pe de altă parte, așa cum semnalează acad. N. Botnariuc (1974) acumularea imensă de material faptic în toate domeniile științelor biologice, inclusiv al biologiei moleculare sporește mereu tentația de a reduce legile generale la legi ale părților componente ale unui sistem biologic, de a explica legile evoluției prin mecanisme moleculare sau celulare, sau ale adaptării prin fenomene ce se desfășoară la nivel DNA; toate acestea reprezintă tendințele actuale ale reduționismului.

Performanțele biologiei moleculare de pînă acum și cele ce se întrevăd pentru viitor, au condus la o formulare poate nu tocmai exactă dar



destul de răspîndită în zilele noastre de *eră a biologiei*. Să vedem care este semnificația acestei noțiuni.

Era biologiei, sau a biotehnologiilor, va reprezenta o nouă etapă a progresului tehnico-științific strîns legată și într-o măsură însemnată, determinată de realizările spectaculoase din biologia generală, care devine, așa cum au fost matematica, fizica și chimia înainte, liderul științelor naturii și începe să conducă principalele direcții ale dezvoltării științei și producției.

Este necesar să atragem atenția asupra strînsei legături ce există între dezvoltarea tehnicii, în special a ciberneticii, electronicii ș.a. și înțelegerea unor mecanisme complexe din sistemele biologice. Împrumutînd la început datele biologiei, cibernetica a permis ulterior adîncirea cunoașterii micro- și macrocosmosului și a stimulat pătrunderea progresului tehnico-științific în cercetarea biologică.

Rezultă că în „domeniul cunoașterii științifice se manifestă în prezent tot mai mult tendința de apropiere, întrepătrundere și sinteză dintre științele naturii, științele tehnice și ingineresti (M. Florescu, 1981). Prin urmare, în domeniul cercetării biologice s-a creat conjunctura propice în care alte științe fundamentale ca și biologia și deocamdată mai dezvoltate (în primul rînd fizica, chimia, matematica ș.a.) se concentrează într-o măsură tot mai mare asupra studierii proceselor vieții și slujirii biologiei, care devine una dintre științele centrale în sistemul științelor naturii. Desigur, sîntem încă la începutul marilor realizări, dar de vreme ce oamenii de știință și-au pus speranța în performanțele pe care le poate atinge biologia și biologia moleculară împreună cu avanposturile lor, biotehnologiile, înseamnă că există deja sau sînt în curs de materializare, condițiile realizării acestora.

Cînd va începe era biologiei ?

Unii specialiști apreciază că, de fapt, era biologiei a început odată cu revoluția declanșată de biologia moleculară. Principalul indicator îl constituie aplicarea intensivă în cercetarea sistemelor vii a tehnicilor sugerate, în primul rînd, de fizică, chimie, matematică, automatică ș.a. Primul vestitor al erei biologiei îl reprezintă fără îndoială, progresul biologic realizat de diferite biotehnologii (microbiologia tehnică, biochimia tehnică și ingineria enzimologică, ingineria genetică și ingineria celulară), ajunsesse parțial la nivel industrial ne dau speranțe în rezolvarea unor probleme cu care se confruntă omenirea : penuria de energie și alimentară, combaterea unor maladii cronice și de natură genetică ș.a. În consecință biologia a devenit, sub imperiul legilor fizicii și chimiei, o știință măsurabilă, manipulabilă, capabilă să analizeze, la nivel superior, structura organismelor și modul lor de funcționare. Cît privește biotehnologiile amintite ele se vor diversifica și amplifica paralel cu cunoașterea, tot mai exactă, a legilor care guvernează comportamentul și complexitatea materiei vii.

Alți specialiști sînt de părere că supozițiile emise în legătură cu începutul erei biologiei sînt încă aproximative. În general se estimează cu extrem de mare prudență, că în anul 2000 era biologiei va fi într-un stadiu incipient. I. T. Frolov (1977) consideră că era (secolul) biologiei, despre care mulți cercetători vorbesc astăzi ca despre un fapt împlinit,



va coincide cu începutul secolului XXI-lea căci ea implică un progres substanțial în direcția soluționării problemelor fundamentale ale biologiei generale și în primul rând în *elaborarea unei teorii unitare despre originea vieții*. Dar pînă atunci trebuie să se străbată un drum lung și greu, legat în mare parte de prefaceri în sfera metodologiei de cercetare în cunoașterea complexului proces care este viața.

Considerențele prezentate ne determină să ne asociem primei aprecieri, după care era biologiei a făcut deja primii săi pași istorici. Am înregistrat și înregistrăm realizările din domeniul microbiologiei și biochimiei tehnice, ale ingineriei enzimologice, ale ingineriei celulare și genetice.

Ce ne va rezerva biologia moleculară sau *noua biologie* în era biologiei? Pe baza rezultatelor de pînă acum s-a încercat o eșalonare, pînă în anul 2000 a realizărilor noii biologii. Se estimează, cu optimism și chiar entuziasm, că aceste realizări vor rezolva marile dificultăți social-economice ale lumii contemporane:

În domeniul agricol și al alimentației se prognozează crearea de noi plante fixatoare de azot (reducînd astfel dependența de îngrășămintele chimice), obținerea plantelor rezistente la diferite boli și cu valoare nutritivă ridicată, a „insecticidelor microbiene“ sau „biopesticide“ biodegradabile. De asemenea se vor produce proteine microbiene bogate în aminoacizii esențiali mult superiori celor din soia și pește, lichidarea fluctuației produselor agricole prin eliminarea pagubelor produse de îngheț și obținerea unor specii de plante rezistente la secetă, noi metode de depozitare a hranei, producerea prin clonare, de semințe, imune la virusuri ș.a.

În domeniul medical și al sănătății publice, se vor produce, prin reprogramarea genetică a unor bacterii, diferiți hormoni, antibiotice, vitamine, enzime, aminoacizi, vaccinuri, eliminînd astfel efectele secundare produse de medicamentele actuale și costurile de fabricație extrem de ridicate. Prin aceeași biotehnologie se vor produce interferoni — substanțe anticanceroase extrem de costisitoare după tehnologia actuală, vindecarea și eliminarea unor boli genetice ș.a.

În domeniul industrial, se preconizează realizarea unor „baterii“ solare biologice din bacterii capabile să transforme lumina soarelui în energie electrochimică. Cu ajutorul bacteriilor „metalofage“ se vor putea extrage, mai convenabil, prețioasele oligoelemente din apa oceanelor. Microorganismele manipulate genetic vor fi tot mai implicate în economia națională trecîndu-se astfel de la „fabricație la biofabricație“: se va elimina petrolul din producția de materiale plastice și îmbrăcăminte, se vor obține combustibili neconvenționali, transformarea celulozei în glucoză și apoi în etanol cu ajutorul unor enzime noi; se vorbește tot mai frecvent despre „biominerit“ sau mineritul biotehnologic precum și despre filtrarea și desalinizarea apei prin procedee de absorbție și osmoză inversă ș.a.

În domeniul protecției mediului, se preconizează producerea unor noi tipuri de microorganisme utilizînd tehnicile DNA recombinant.

Astăzi în învățămîntul biologic, cum este și firesc, coexistă elemente ale biologiei tradiționale (celulare și organismice) cu elemente de biologie moleculară în cadrul diferitelor discipline de profil. Existența unui stoc imens de date achiziționate de biologia tradițională și mole-



culară de-a lungul timpului, privitoare la organizarea celulară și moleculară a organismelor a condus cu necesitate obiectivă la biotehnologii. De fapt, biotehnologiile, în accepția actuală, nu reprezintă altceva decât aplicațiile practice ale noii biologii — biologia moleculară. Pe lângă aplicațiile practice — economice incomplet estimate, ele vor îmbogăți cu date noi biologia, o vor modifica și propulsa pe noi orbite ale progresului biologic. Prin urmare, între biologia tradițională și cea moleculară teoretică sau aplicată prin intermediul biotehnologiilor există o corelație de interdependență.

Care va fi rolul disciplinelor tradiționale în era biologiei? După părerea lui *Fr. Jacob*, disciplinele fundamentale, tradiționale au menirea de a cerceta „cutia neagră” la exterior pentru a-i preciza proprietățile; biotehnologiile o vor deschide pentru a studia roțile ei piesă cu piesă, o vor demonta și chiar vor reconstitui mecanismul în întregime din piese detașate.

În acest context ni se pare relevantă și afirmația unuia dintre cei mai străluciți geneticieni *Th. Dobzhansky*, colaborator și continuator al lui *Thomas Morgan*, laureat al Premiului Nobel. El atrăgea atenția că „în natură nu se întâlnesc molecule ci plante și animale”.

Din cele spuse rezultă că biologia moleculară, cu elementele ei cele mai dinamice, mai revoluționare, biotehnologiile, implică biologia tradițională, celulară și organismică. Aceasta din urmă, sub influența celei dintii va deveni o biologie modificată, mai perfecționată, ceea ce va conduce la o mai profundă cunoaștere a complexului proces care este viața.

Nu este nevoie de nici o imaginație poetică ci numai de reflecție științifică, cumpătată și limpede, pentru a admite că biologia românească se află, parțial, la începutul perioadei de trecere de la etapa de laborator la cea semiindustrială și industrială. Aceste considerente conțin suficiente motive de optimism și în același timp de mobilizare a forțelor proprii pentru întărirea laboratoarelor existente, dotarea lor corespunzătoare și încadrarea lor cu personal de cercetare multidisciplinar.

Înțelegerea exactă și realistă, actuală și de perspectivă a cercetărilor din domeniul biologiei moleculare va face ca „mugurii” biotehnologiilor diseminați în unitățile de cercetare și învățământ să înflorească și să fructifice spre lauda științei românești și a orânduirii noastre sociale.



## APLICAȚII ALE MATEMATICII ÎN BIOLOGIE

Lector dr. ANETA MUJA

„Matematica nu este o tehnică dură, de folosit numai într-un domeniu limitat, ci e unul din modurile fundamentale ale gândirii umane și prin aceasta ea este un element indispensabil oricărei culturi demnă de acest nume“<sup>1</sup>.

Demersul cunoașterii științifice îl constituie pătrunderea în adâncul realității și dezvăluirea însușirilor și relațiilor ei esențiale, prin intermediul abstracțiilor, al formelor logice de exprimare a proprietăților comune ale unui mare număr de obiecte și fenomene diferite. În noțiuni, categorii, legi, formule, își găsesc expresia legitățile necesare care determină dezvoltarea, schimbările obiective și, totodată, prin ele se exprimă elementul stabil care se menține și se manifestă în cadrul unor mulțimi de fenomene.

În „Curs metodic de chimie și mineralogie“ (București 1912, p. 103) savanții I. C. Istrati și G. G. Longinescu definesc astfel cunoașterea științifică : „A studia un fenomen înseamnă a-l observa, a-l experimenta și a-l pune într-o lege... A stabili o lege înseamnă a lega fenomenul de împrejurările în care el are loc. O lege este o generalizare“ pe baza căreia „putem ști de mai înainte ce se va întâmpla în cutare sau cutare caz“.

Ca orice altă știință, biologia reprezintă un sistem de noțiuni, categorii, legi care reflectă laturile esențiale ale unei anumite forme de mișcare a materiei, mișcarea biologică. Din momentul constituirii și pînă în etapa de azi a impresionantului ei avînt, biologia a evoluat folosind atît metoda analitică de cercetare cît și pe cea sintetică. Datorită specificului „obiectelor“ tratate de biologie (organisme cu structuri extrem de complexe), aceasta nu-și poate permite distrugerea întregului în scopul evidențierii componentelor sale ; deci sinteticul operează ca o tendință specifică de apropiere de obiectul cercetării, astfel încît să nu se distrugă individualitățile componentelor (cu determinări specifice, cu grade de independență și interdependență atît de greu de stabilit). Obiectul cercetării biologice este conceput ca o entitate indestructibilă, ca un sistem indecompozabil. Fenomenul biologic comun abstras din contexte diverse este privit ca un „tot“, căruia i se asociază modele cît mai adecvate, apli-

<sup>1</sup> REVUZ A., *Mathématique moderne, mathématique vivante*, O.C.D.L., Paris, 1968.



cabile în situații concrete în care, sub o formă mai mult sau mai puțin pură, intervine acest „tot“. Sistemul definit astfel este valorificat în practică și este interpretat în perspectiva obținerii tuturor concluziilor posibile specifice domeniului de cercetare.

Surprinderea adecvată a fenomenelor și elaborarea metodelor teoretice corespunzătoare sînt mult facilitate de intervenția matematicii. Această intervenție este nu numai justificată, dar și necesară deoarece noțiunea riguroasă de structură matematică și izomorfismele diferitelor structuri reprezintă calea adecvată pentru descoperirea analogiilor sau opozițiilor semnificative. Desprinderea și exprimarea esențialității fenomenelor comune diferitelor zone ale mișcării biologice este finalizată prin realizarea modelelor matematice obținute prin elaborare și creație (în virtutea funcției de cunoaștere a matematicii prin crearea de forme pure, autonome). Se pot realiza modele matematice în biologie prin două abordări cu funcționalitate complementară și deci cu contribuții de clarificare și eficiență specifice: de natură experimentală (modele de ordinul I); de natură teoretică (modele de ordinul II). Evident, se pot îmbina trăsături comune celor două tipuri de modele, obținîndu-se modele de frontieră, deosebit de adecvate studiului multor procese biologice.

În cazul modelelor de ordinul I lumea senzorială este acceptată ca atare; esențializarea urmărește revelarea diferitelor structuri și formularea printr-un sistem adecvat de aserțiuni a regularităților constatate. Modelele de ordinul II au ca punct de plecare considerarea tuturor sistemelor „mental“ posibile, deci au un caracter abstract, fiind definite axiomatic. În astfel de modele constatările empirice sînt plasate în diferite „locuri“ (puncte, drepte, plane etc.) ale unei matrici de posibilități prestabilite. Prin urmare, aceste modele reflectă realitatea biologică pe baza izomorfismului lor cu această realitate; ele reproduc „obiectele“ biologice studiate într-o formă generatoare de esențializări și generalizare. Asemenea modele adaugă datelor reale unele atribute noi, în completare, oferind în acest mod cercetătorului un mijloc de investigație de o mobilitate și fidelitate remarcabile.

După ce un anumit model ideal a fost adoptat, se compară rezultatele obținute cu realitatea biologică, pentru a putea conchide dacă modelul descrie corect sau nu această realitate.

În perioada în care se întemeiază știința „biologie“, ca sistem analitic și deductiv, apar biomatematika și biometria, discipline care studiază din perspective diferite dar necontradictorii și prin metode specifice expresiile matematice ale legilor fenomenelor biologice. Apariția biomatematicii (care admite că schimbarea stărilor sistemului biologic este guvernată de legi deterministe) și biometriei (care presupune că schimbarea stărilor sistemului biologic este guvernată de legi probabiliste) este, deci, consecința unui proces istoric întemeiat pe cerințele fundamentale ale cercetării științifice. Biologia devine știință matematizabilă deoarece măsoară (etapa experimentală), calculează (etapa analitică) și deduce (etapa axiomatică). Încă în 1865, în lucrarea „Introducere în studiul medicinei experimentale“ marele fiziolog francez

---

<sup>2</sup> BENCÖ I., SOFONEA L., *Proprietăți sistemice ale ideii matematice de continuitate*, în „Sisteme în științele naturii“, Ed. Academiei R.S.R., București, 1979.



Claude Bernard scria : „În științele experimentale, măsurarea fenomenelor este o problemă fundamentală, deoarece legea fenomenelor se stabilește tocmai prin determinarea cantitativă a efectului, în funcție de cauza dată. Prin urmare, dacă vrem să ajungem în biologie la cunoașterea legilor vieții, trebuie nu numai să observăm și să constatăm fenomenele vitale, ci și să precizăm prin numere relațiile de intensitate în care se găsesc unele în raport cu celelalte. Această aplicare a matematicilor în fenomenele naturii reprezintă scopul oricărei științe, fiindcă expresia legii fenomenelor trebuie să fie întotdeauna matematică“.

După un secol, în 1962, N. Rashevsk<sup>3</sup> consideră necesară distincția între aspectele matematice ale biologiei și aplicațiile matematicii în biologie. Această subtilă distincție are profunde implicații și pune în lumină diferența dintre tehnică și limbaj sau dintre predicție și explicație. Mulți biologi văd încă în matematică mai curînd un ansamblu de tehnici rapide și de mare eficiență, decît un instrument obiectiv de analiză, implicat în natura intimă a procesului evolutiv al științei biologice. Așa se face că, de exemplu, în avalanșa de aplicații directe au trecut neobservate de biologi, timp de peste trei decenii, lucrările de algebră genetică ale lui Etherington<sup>4</sup>, lucrări apreciate azi ca fiind de o covîrșitoare importanță teoretică. Prin urmare, prezintă interes cunoașterea multiplelor posibilități pe care le au conceptele, limbajul, structurile matematice pentru a exprima fenomenele biologice, a perspectivelor matematicii de a cuprinde cît mai mult din teoriile biologice moderne, respectiv partea lor precisă.

Explicația faptului că matematica intervine azi în mod hotărîtor în metodologia studiilor de biologie se găsește, prioritar, în :

a) dezvoltarea biologiei în interdependență cu fizica și chimia (numărul, măsurarea, calculul, formula, ecuația s-au introdus mai ales prin intermediul metodelor fizico-chimice de cercetare a fenomenelor biologice) ;

b) utilizarea tot mai largă a datelor cantitative pentru caracterizarea diferitelor proprietăți ale organismelor și investigații tot mai profunde asupra structurii acestora (biometria este implicată obiectiv în ecologie, genetică, antropologie, fiziologie, dinamica populațiilor biologice etc.) ;

c) apariția și dezvoltarea biociberneticii, ingineriei genetice, biotehnologiei și a altor științe multi- și interdisciplinare, ale căror cercetări subsumează cunoștințe de biologie generală și moleculară, de biofizică și biochimie, de automatică și electronică, de informatică, teoria informației, teoria sistemelor, analiză funcțională, topologie, teoria grupurilor, analiză dimensională și factorială, teoria probabilităților, statistică matematică, teoria grafurilor ș.a.

Din cele de mai sus reiese că procesul de matematizare a biologiei este determinat în primul rînd de necesitatea formulării legilor cantitative prin intermediul cărora să se exprime particularitățile calitative

<sup>3</sup> RASHEVSKY N., *Mathematical foundations of general biology*, Ann. N.Y. Acad. Sci., 96, 1962.

<sup>4</sup> ETHERRINGTON I. M. H., *Non associative algebra and the symbolism of genetics*, Proc. Roy Soc., Edinburgh, B, 61, 1941.



ale fenomenelor studiate. Posibilitatea de a scrie matematic o lege descoperită oferă nu numai metoda cea mai obiectivă de prezentare, ci permite și aflarea unor relații mai profunde care scapă analizei logice descriptive.

În toate cazurile în care se studiază legi biologice de natură funcțională, metodele calculului diferențial și integral constituie un instrument deosebit de eficient. În acest mod se ajunge adeseori la concluzii care nu pot fi obținute pe altă cale. Verificarea pe material faptic a rezultatului teoretic permite să se stabilească dacă principiile inițiale au fost formulate corect și dacă metoda de analiză matematică aleasă s-a justificat.

Din numărul mare de exemple care susțin oportunitatea și eficiența utilizării metodelor matematice în studiul proceselor biologice reținem numai câteva și pe acestea, evident, numai cu titlu informativ.

Creșterea unui animal sau a unei plante se reprezintă grafic printr-o curbă cu asimptotă orizontală (curbă de saturație) raportată la planul variabilelor timp și înălțime. Relațiile dintre viteza de filtrare și presiunea venoasă, dintre diametrul și viteza de conducere a fibrei nervoase etc. sînt relații liniare, reprezentate grafic prin drepte de forma  $y = mx + n$ . Hiperbola echilaterală  $xy = k$  (care exprimă variația mărimilor invers proporționale) și parabola  $y^2 = 2px$  sînt frecvent întîlnite în formularea a numeroase legi în biologie (legea transformării hemoglobinei în oxihemoglobină într-o soluție pură; relația concentrație—acțiune pentru acetilcolină și adrenalină; relația dintre viteza aerului în căile aeriene și diferența de presiune alveolară ș.a.). Prin utilizarea rețelelor logaritmice sau semilogaritmice aceste curbe se transformă în drepte.

Așa cum se cunoaște, funcția exponențială  $y = x_0 e^{kx}$  ( $k$  și  $x_0$  constante) are proprietatea că derivata este proporțională cu funcția ( $y' = ky$ ), ceea ce îi conferă un rol deosebit în cercetarea fenomenelor vieții. De exemplu: funcțiile de creștere sînt exponențiale; legea lui Fechner pentru caracterizarea sensibilității unui organ senzitiv se exprimă printr-o ecuație exponențială etc. În numeroase probleme se obțin ecuații diferențiale sau cu derivate parțiale: ecuațiile diferențiale ale cineticii reacțiilor enzimă—substrat, ale difuziei, ecuațiile care descriu periodicitatea unor sisteme biologice, ecuațiile sistemelor excitabile, ale sistemelor biologice multicompartimentate, ale dinamicii populațiilor biologice.

Capitole de o deosebită importanță sînt cele cu privire la algebrele genetice și la grafurile și arborii genetici. Fără a putea intra în detalii, vom sugera numai cît de firesc intervin structurile algebrice în cercetări din domeniul geneticii.

Așa cum se cunoaște, baza materială a eredității o constituie cromozomii, purtători ai genelor. Genele dispuse de-a lungul aceluiași cromozom sînt înălțuite între ele formînd un grup de lincaj (*linkage group*). Această înălțuire nu este absolută, astfel încît între grupurile de gene de pe cromozomi omologi poate avea loc un schimb de material ereditar, schimb pus în evidență pe baza ipotezei că o genă are cel puțin două structuri alternative numite forme alelice. Fie, de exemplu, forma alelică  $a$  pentru un caracter și  $A$  pentru caracterul pereche (contrastant).



Să presupunem, pentru simplificare, că pe un cromozom există grupul ligatural de gene notat AB, iar pe cromozomul omolog se găsește forma lor alelică ab. Dacă între acești cromozomi are loc un proces de schimb reciproc, rezultatul va fi o recombinare  $r_1$  a elementelor grupurilor ligaturale

$$r_1 : AB/ab \rightarrow Ab/aB$$

$$Ab/aB \rightarrow AB/ab$$

Notînd cu  $r_0$  absența recombinării avem:  $r_0 = r_1 r_1$ . Cuplul format din mulțimea  $\{r_0, r_1\}$  împreună cu legea recombinării satisface axiomele grupului.

Mai general, presupunînd că pe un cromozom omolog există  $n$  gene încatenate pe  $n$  loci și notînd cu  $r_{i,1}$ ,  $i = 1, 2, \dots, n$ , recombinarea între locusul  $i$  și locusul  $i + 1$  de pe cromozomii omologi avem  $r_{i,0} = r_{i,1} r_{i,1}$  și, consecutiv,  $r_{i,1} r_{i,0} = r_{i,0} r_{i,1} = r_{i,1}$ . Prin urmare  $r_{i,0}$  este elementul neutru al grupului de recombinare la locusul  $i$ .

Mai departe, dacă se consideră generațiile de descendenți, acestora li se asociază mulți cu structură de inel. De asemenea, descendența poate fi bine ilustrată prin intermediul unor grafuri orientate, aciclice cunoscute sub numele de grafuri genetice.

Trecînd în domeniul biometriei ne oprim mai întîi asupra relației statistică matematică—biologie. Observăm în primul rînd că multe concepte din statistica matematică au izvorît din observarea și investigarea lumii biologice. De exemplu, noțiunea de corelație statistică își are originea în ideea fizică de corelație între două varietăți biologice (formulată pe baza măsurărilor unor varietăți de mazăre; studiind legătura între înălțimea unui grup de indivizi și cea a descendenților acestuia, Galton a constatat tendința generației următoare de a „regresa” către valoarea medie (înălțimea medie) și astfel termenul de regresie a intrat în vocabularul statisticii matematice<sup>5</sup>. Acest fapt evidențiază trăsături comune ale modului de abordare a problemelor realității materiale de către statistica matematică și biologie.

Corespunzător celor două trepte de abordare a modelării statistice, deosebim statistica descriptivă (clasificare, prezentare, sintetizare a datelor de observație; concentrare a informației prin intermediul indicatorilor statistici; tabele, reprezentări grafice, diagrame) statistica analitică în cadrul căreia se folosesc metode matematice specifice pentru extragerea informației din materialul statistic organizat prin metodele descriptive, pentru prelucrarea și interpretarea ei. „Ori de cîte ori rezultatele unui experiment variază într-un mod neprevăzut sau într-o manieră întîmplătoare, avem de-a face cu datele statistice, fie că ne place sau nu, fie că știm aceasta sau nu. Este necesar să folosim cele mai potrivite metode statistice pentru a le analiza, astfel încît să fim obiectivi și să evităm capcanele și interpretările greșite”<sup>6</sup>.

Biologia, așa cum s-a menționat, este legată de statistica matematică nu numai prin tehnici de calcul, ci și prin modul de gîndire și de investigație. Astfel, de pildă, problemele de biologie celulară sau de cinetică

<sup>5</sup> VODĂ V., *Gîndirea statistică — un mod de gîndire al viitorului*, Editura Albatros, București, 1977.

<sup>6</sup> BURR I. W., *Applied Statistical Method*, Academic Press, New York, 1974, p. 13.



a reacțiilor biochimice și de evoluție a populațiilor biologice necesită cercetarea comportamentului în medie al unui număr suficient de mare de obiecte". La fel, cercetările privind structura ierarhică a sistemelor vii au suportul în statistica informațională; ele nu pot face abstracție de procedeele de estimare comparativă a obiectelor purtătoare de mai multe caracteristici, procedee care permit stabilirea unor criterii de un înalt grad de obiectivitate pentru ierarhizarea în biologie.

Teoria probabilităților și procesele stocastice au profunde implicații în toate disciplinele biologice. Este cunoscut că sursele fenomenologice ale proceselor stocastice, care sînt procese abstracte au fost problemele biologiei și ale demografiei (în general, problemele populațiilor). Procese biologice fundamentale, cum sînt cele de multiplicare a organismelor sau de dezvoltare a unor specii, au reprezentat acele situații empirice care au condus la construirea lanțurilor ramificate sau a proceselor de naștere și moarte.

Privind, pe de altă parte, lucrurile din lăuntrul biologiei constatăm că din structura modelelor stocastice se degajă concluzii deosebit de valoroase asupra structurii sistemelor vii. Un exemplu clasic în acest sens îl constituie chiar problema Galton-Watson, sursa genealogică a proceselor stocastice. După 54 de ani de la prima ei formulare, Erlang (1927) a demonstrat teorema fundamentală a lanțului ramificat Galton-Watson, privind procesul de extincție, pe baza căreia s-au evidențiat anumite caracteristici ale populației biologice modelate și anume: populația cercetată este dispersată în interiorul unei alte populații de dimensiuni mari și indivizii primei populații nu competiționează apreciabil cu cei dintr-a doua populație. Acest fapt evidențiază valoarea de adevăr a modelului, în ipoteza formulării corecte a problemei studiate.

Analizăm, pe scurt, unele dintre premisele ce stau la baza modelării structurii populațiilor biologice în terminologia proceselor stocastice. Fie o populație biologică de bază  $X$  care se împarte în  $k$  subpopulații distincte, disjuncte, fiecare populație  $X_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, k$ , fiind formată din indivizi ce posedă aceeași proprietate  $P_i$ , indivizi  $P_i$ -alteridem. Compoziția tipologică a populației de bază reprezintă un element fundamental pentru modelare. „A avea proprietatea  $P$ ” reprezintă o relație de echivalență între obiecte, cu ajutorul căreia populația  $X$  se împarte în clase de echivalență (sau în familii de mulțimi mutual exclusive și exhaustive). Obiectul care posedă proprietatea  $P$  se află în starea  $i$ . Starea, în această accepțiune, nu are numai o determinare temporală ci, convențional, și una spațială: obiectul „ocupă” starea  $i$ , apoi o „părăsește” și trece într-o altă stare  $j$ , din care poate reveni în starea  $i$  etc.<sup>7</sup>

Această caracterizare a stării obiectelor biologice favorizează înțelegerea conceptului de compartiment nu numai ca regiune fizică delimitabilă, ci și ca stare modificată. Fluxul de la un compartiment la altul (trecerea de la o stare la alta) permite reprezentarea multor procese biologice sub forma grafelor orientate și studierea problemei constituirii populațiilor biologice. De pildă, schema populației cu generații nesupra-

<sup>7</sup> HOPPENSTEADT F. C., *Mathematical Methods of Population Biology*, New York University, 1976.



puse este deschisă probabilistic de legea de repartiție (de regulă, binomială sau Poisson) a numărului de descendenți ai unui părinte.

Dar obiectele și populațiile biologice se constituie în timp, au o caracteristică temporală; deci pentru definirea corectă a structurii populațiilor trebuie făcute ipoteze adecvate asupra duratei de viață a obiectelor biologice. În terminologia proceselor stocastice durata de viață coincide cu timpul de ședere într-o anumită stare sau, cu alte cuvinte, cu perioada de timp în care obiectul posedă un anumit ansamblu de proprietăți. Când obiectul trece într-o altă stare, el începe din nou, reia de la zero o nouă existență. Este necesar să observăm că, în general, biologul nu este obișnuit cu această interpretare. El trebuie să facă un efort de idealizare pentru a admite că durata de viață, în sensul precizat mai sus, nu coincide cu perioada de timp în care obiectul deține toate proprietățile vieții. Înțelegerea inițială a biologului privește fața macroscopică a procesului; fața microscopică însă, este constituită dintr-o serie de faze, „vîrste“, care se desfășoară succesiv. „Vîrsta“ este variabila cea mai simplă care indică modificarea unor proprietăți intrinseci ale obiectului biologic.

Preocupările actuale ale biotehnologiei sînt stimulate de noile direcții de cercetare în matematică. Astfel, teoria algoritmilor deschide noi perspective în cercetarea procesului de reduplicare al ADN sau celulei. Teoria algebrică a automatelor a condus în chip firesc la dezvoltarea capitolului de biologie abstractă, care studiază sistemele biologice abstracte fie din punctul de vedere al teoriei automatelor, fie din acela al teoriei categoriilor sau al teoriei sistemelor. Este demonstrată existența unor „aranjamente“ spațio-temporale de un anumit tip în interiorul sistemelor vii, care conferă acestora o structură ierarhică. Relațiile din interiorul unor astfel de sisteme ierarhice se întemeiază pe diferențe de rang exprimabile matematic. Dezvoltarea teoriei clasificării (taxonomiei numerice) și teoriei similitudinii biologice, cu aplicații importante în bionică, a analizei dimensionale în biologie, a teoriei aplicației biotopologice, teoriei informației și biociberneticii a permis aprofundarea cercetărilor biotehnologice asupra bioritmurilor, comportamentului metabolic, în domeniul transformărilor morfologice, al funcțiilor cerebrale, ectogenezei etc.

Influența teoriei informației asupra biologiei a fost atît de mare încît se acceptă azi următoarea definiție a organismelor vii: un sistem este biologic (viu) dacă el codifică informația ereditar transmisibilă, dacă această informație suferă uneori modificări și dacă informația modificată este transmisă după aceea mai departe.

Beneficiind de un aport așa de însemnat al matematicii (sugerat numai, aici) nu este de mirare că în cercetările de biotehnologie se propune „regîndirea“ conceptul de spațiu real. Pe această nouă bază se dezvoltă „teoria grupului major“, care poate oferi o anumită imagine a interacțiunilor dintre unele caracteristici ale universului și fenomenele vitale. Se dezvoltă deci un nou capitol al științei care deschide ample perspective înțelegerii mai profunde a unor fenomene biologice, prin intermediul matematicii.

Sperăm că cele de mai sus vor determina cititorul tînăr care îndrăgește biologia să reflecteze mai adînc asupra relației matematică—bio-



logie și să înțeleagă mai bine că multe părți ale biologiei nu pot fi nici descoperite cu suficientă subtilitate, nici demonstrate destul de riguros, fără intervenția matematicii.

Mai mult, orice absolvent al liceului, indiferent de profilul clasei din care provine, ar trebui să pătrundă bine esența procesului mental pe care îl constituie matematizarea unei situații concrete, elaborarea unui model care să reprezinte aspectele cercetate ale acestei situații, aplicarea tehnicilor matematice la acest model și dezvoltarea matematică a teoriei corespunzătoare. Ar fi de dorit ca nici un elev să nu încheie studiile liceale fără a avea atât o idee clară despre ceea ce înseamnă o „acțiune matematică” cât și o disponibilitate intelectuală suficientă pentru a fi în măsură ca în activitatea sa ulterioară să aplice cu succes metode matematice. Este nerealist să afirmăm că acest deziderat poate fi împlinit fără efort; efortul este inseparabil de matematică. Acest efort este însă pe deplin răsplătit de satisfacția pe care o oferă rezultatul obținut printr-un act de cunoaștere efectiv și personal.

Simplitatea noțiunilor de bază puse în lumină de matematică, diversitatea situațiilor concrete din care ele pot fi deduse, legătura lor, strânsă cu logica, asupra căreia permit un studiu simplu, precis și fecund, fac ca această disciplină să constituie o parte importantă a culturii omului de astăzi și de mâine.



## DE LA ELUCIDAREA NATURII ȘI PROPRIETĂȚILOR GENEI LA INGINERIA GENETICĂ

Lector dr. L. GAVRILĂ\*, Prof. dr. I. DĂBALĂ\*\*  
Facultatea de Biologie, Geografie, Geologie — București  
\*\*Liceul A. Șincai — Cluj Napoca

Conceptul de genă reprezintă problema centrală a biologiei, făcînd legătura între evoluție și fiziologia organismelor, căci genele sînt cele care stabilesc limitele între care se manifestă structura și funcțiile unui organism. Genele normale determină diferitele caractere normale ale organismelor, pe cînd genele alterate determină caractere anormale, uneori avînd efect letal. La om, din cele peste 50.000 de gene, unele controlează trăsăturile morfo-fiziologice, pe cînd altele afectează direct sau indirect longevitatea, inteligența, talentul, comportamentul etc.

Marele biolog francez J. Rostand considera că genele sînt pentru biologi ceea ce atomii sînt pentru fizicieni, iar celebrul fizician E. Schrödinger emite în 1943 ipoteza că ereditatea este programată în acizii nucleici. În perioada 1936—1944 Beadle și Tatum, prin experiențele efectuate la ciuperca *Neurospora crassa*, admit că gena reprezintă o porțiune a macromoleculei de ADN care dirijează sinteza unei enzime, ipoteză formulată lapidar „o genă — o enzimă” reprezentînd apogeul concepției clasice despre genă. Acest fapt a fost confirmat în mod strălucit de către Avery și colaboratorii în 1944, în urma unei experiențe de transformare bacteriană prin care bacterii nevirulente de tip RII de *Diplococcus pneumoniae* au fost cultivate în prezența ADN extras din bacterii virulente de tip SIII. ADN-ul de la bacteriile de tip SIII a determinat transformarea bacteriilor de tip RII care au devenit bacterii de tip SIII. Caracterele de virulență și nevirulență sînt caractere ereditare de tipul alelomorfelor mendeliene bob neted-bob zbîrcit. Cum ADN s-a dovedit agent transformant, s-a tras concluzia logică că în el se află genele ce controlează virulența-nevirulența bacteriilor. De la această descoperire a rolului transformant al ADN s-a stabilit că gena nu este altceva decît un segment din macromolecula de ADN la toate sistemele biologice sau de ARN (la ribovirusuri) care deține sub formă de codificare biochimică în secvența sa de nucleotide, informația genetică pentru sinteza unei anumite catene polipeptidice. La rîndul lor, diferitele proteine structurale sau enzimatică sintetizate sub controlul genelor, dau expresia fenotipică a diferitelor caractere ale organismului dat.

Un moment revoluționar al biologiei secolului XX și probabil al biologiei tuturor timpurilor este elaborarea în 1953 a modelului de struc-



tură dublu-catenară a ADN-ului (duplex sau dublu-helix) de către Watson și Crick. Această descoperire, a cărei grandoare rivalizează doar cu aceea a concepției darwiniste despre evoluția viețuitoarelor prin selecția naturală, a avut implicații extraordinare în biologia secolului nostru căci ea răspunde la întrebări cruciale ale științei despre ereditate, și despre viață. Astfel ea ne arată modul în care este înscrisă, stocată, codificată, informația ereditară în succesiunea bazelor azotate din ADN, cum este transmisă informația ereditară de-a lungul generațiilor celulare, cum este reprodusă și duplicată informația ereditară în vederea asigurării continuității informaționale a organismelor, cum se realizează trecerea informației ereditare dintr-o succesiune de nucleotide de la nivelul acizilor nucleici într-o succesiune de aminoacizi de la nivelul lanțului polipeptidic, cu alte cuvinte cum are loc decodificarea (traducerea) acestei informații, precum și cum are loc mutația genelor în urma schimbării secvenței bazelor azotate din ADN însoțită de modificarea secvenței de aminoacizi din lanțul polipeptidic, modificare care duce la sinteza unei proteine anormale și la apariția unui caracter mutant.

Cea mai importantă proprietate a genei este autoreproducerea sa. Pentru asigurarea continuității informației ereditare, gena trebuie să fie reprodusă într-o formă identică, la fiecare diviziune celulară. Modelul dublului helix ADN a răspuns și la problema modalității prin care se realizează reproducerea genei. Este de fapt o autoreproducere. Este singura situație întâlnită în lumea macromoleculelor din lumea vie în care o moleculă (aceea de ADN sau ARN viral) servește ca matrită, ca model, pentru propria sa sinteză. Toate celelalte macromolecule sînt sintetizate direct (în speță cele proteice) sau indirect, sub controlul informației codificate în macromolecula de ADN. Acest fapt are și implicații filozofice de un deosebit interes. Iată-ne deci aflați în fața unei substanțe macromoleculare — ADN- servindu-și sie drept model pentru reproducere, dar avînd în structura sa și planurile arhitecturale înscrise în secvența sa de nucleotide și care dirijează construcția altor macromolecule. Toate caracteristicile unui organism, inclusiv omul, depind de această informație ereditară înscrisă sub forma unei secvențe de baze azotate în structura ADN, sediu al destinului nostru biologic. În procesul de autoreproducere, catenele macromoleculei de ADN se desfac și pe fiecare, servind ca matrită, avînd la bază principiul împerecherii de baze complementare, se sintetizează o nouă catenă, rezultînd două macromolecule de ADN identice, în care însă o catenă este veche iar alta este nouă. „La Sancta Natura fara da se“. S-a realizat astfel reproducerea (autoreproducerea), dublarea și continuitatea informației genetice, căci cele două macromolecule de ADN, sintetizate după modelul semiconservativ (în fiecare existînd o catenă veche și una nouă) vor fi repartizate în două celule fiice. Principiul împerecherii complementare între secvențe de baze din acizi nucleici este singurul mecanism pe care lumea vie îl are la dispoziție pentru a realiza transferul de informație ereditară, de la ADN la ARN mesager și de aici la Proteine.

Alte funcții ale genei sînt transcrierea genetică, recombinația genetică, mutația genetică și repararea leziunilor din ADN induse de diferiți agenți mutageni. O funcție importantă a genei este funcția evolutivă.



Pentru ca informația ereditară să fie scoasă prin transcriere genetică din macromolecula de ADN și tradusă dintr-o secvență de baze azotate într-o secvență de aminoacizi în cadrul procesului de biosinteză proteinică, intervin alte macromolecule de acizi nucleici și anume acizi ribonucleici (ARN). Astfel, ARN-mesager sau de informație se sintetizează, folosind ca matriță doar una din cele două catene de ADN, copiind pe această cale informația genetică de la ADN pe care o trece în citoplasmă, la nivelul ribozomilor, sediul sintezei proteice. În procesul sintezei proteice intervin și alte două categorii de ARN, ARN ribozomal și ARN de transfer, sintetizate și ele tot pe matriță de ADN.

Genele au o structură moleculară care este comună tuturor organismelor, dar în același timp care permite fiecăruia individualitatea sa proprie. Se realizează aici un principiu esențial al naturii: unitate în diversitate. Codul genetic este universal. Universalitatea codului genetic permite după cum vom vedea transferul de gene între specii foarte îndepărtate filogenetic.

Recombinările de gene fac ca descendența unui cuplu să fie total diferită pe fondul aceleiași constelații de gene. Din această cauză, fiecare individ, să zicem uman, este o entitate irepetabilă, iar probabilitatea ca doi oameni să fie asemănători este extrem de mică, de ordinul a  $\left(\frac{1}{2}\right)^{46}$ ,

46 fiind numărul diploid de cromozomi la om. Rezultă o cifră astronomică de combinații genetice umane, considerînd numai existența unei singure gene pe cromozom, în realitate, există mii de gene pe același cromozom. Dintre asemenea combinații, niciuna nu este asemănătoare cu o alta. De la această regulă fac excepție gemenii monoziгоți, numai în ceea ce privește ereditatea nucleară nu însă și cea extranucleară care impune inegalități chiar și între asemenea gemeni monoziгоți. Din această cauză, în existența spiței umane, nici un individ nu a fost, nu este și nu va fi identic cu un altul. Fiecare dintre noi sîntem un dat irepetabil.

Înțelegerea structurii acizilor nucleici și a implicațiilor sale privind reproducerea și funcționarea genelor a reprezentat cheia extraordinarului progres al biologiei moleculare realizat în ultimii 20 de ani. După descoperirea reglajului genetic de către Jacob și Monod, în perioada 1960—1962, eforturile savanților s-au îndreptat spre sinteza artificială a genei, surprinderea acesteia în funcțiune, adică vizualizarea acțiunii genei, izolarea și transferul genei. Acestea sînt treptat definatorii în elucidarea naturii și acțiunii genei cu implicații decsebite de ordin teoretic și practic.

În 1969, O. L. Miller și Barbara R. Beatty de la Oak Ridge National Laboratory (S.U.A.) au reușit să surprindă gene bacteriene de lucru sintetizînd macromolecule de ARN mesager, și ARN ribozomal care transcriu informația genetică. Mesajul genetic purtat de ARNm este tradus progresiv într-o secvență de aminoacizi din macromolecula proteinică deoarece lanțuri de ribozomi (poliribozomi sau polizomi) sînt atașate direct la catenele de ARNm în creștere. În electronografie au fost surprinse și moleculele de ARN-polimerază, enzimă care catalizează transcrierea informației genetice de pe o catenă de ADN pe una



de ARN mesager. La bacterii, organisme procariote, transcrierea și traducerea informației genetice se fac sincron și atașarea ribozomilor la ARN-mesager se face direct la locul sintezei acestuia, pe catena de ADN. La organismele evolute (eucariotele) transcrierea este separată spațial de traducerea informației genetice. În timp ce transcrierea informației ereditare are loc în nucleu, traducerea sa într-o secvență de aminoacizi are loc în citoplasmă, la nivelul ribozomilor. Pentru prima dată, vizualizarea genelor în acțiune s-a realizat și la organismele superioare, tot de către echipa lui Miller. Astfel, la triton, în ovocite, în care există cromozomi de tip special — lampbrush (în perie de sticlă de lampă) și nucleoli numeroși (extranucleoli), desprinși din cromozomii organizatori nucleolari, Miller și Beatty au surprins prin excelente electronografii, sinteza de ARN ribozomal pe segmente de ADN din extranucleoli, segmente (gene) care dețin informația ereditară pentru sinteza diferitelor tipuri de ARN ribozomal. S-a constatat că de-a lungul catenei de ADN sînt segmente active transcrise în ARNr, numite porțiuni codificatoare și segmente inactive la nivelul cărora nu se realizează transcrierea genetică. Asemenea segmente din ADN inactive în transcrierea genetică s-au numit segmente spațatoare (spacers), iar ADN inactiv în transcriere se numește ADN silențios. Rostul acestui ADN silențios este legat de reglarea înseși a transcrierii genetice și de realizarea unei anumite arhitecturi a genomului eucariot, propice funcționării sale eficiente. Oamenii de știință au mai numit ADN activ în transcriere ADN altruistic pe cînd cel inactiv în transcriere, dar care este autoreplicat la fiecare rundă de replicare ADN selfish adică ADN egoist. Desigur, prin asemenea expresii metaforice se încearcă să se realizeze o caracterizare a diferitelor segmente din ADN-ul eucariotelor mult mai complex organizat decît acela de la procariote. Este deosebit de instructiv în a face o paralelă între organizarea ADN-ului în cadrul genomului eucariot în care există secvențe unice — reprezentînd genele structurale — active în transcrierea genetică și alternînd cu secvențe repetitive, netranscrise, deci considerate aparent necodificatoare, dar implicate în reglajul genetic în evoluție și în organizarea genelor eucariote. Ca și în ADN-ul genomului și la nivelul genei eucariote există porțiuni codificatoare numite extroni transcrise și traduse în proteine și porțiuni necodificatoare numite introni transcrise în ARN precursor dar excizate din acesta în procesul prelucrărilor post-transcripționale, astfel că în ARN<sub>m</sub> matur nu mai apar corespondenții transcriși ai intronilor. Din această cauză, porțiunile intronice ale genelor eucariote sînt transcrise în pre-ARN<sub>m</sub>, dar nu sînt traduse în proteină. Rolul lor este legat de reglarea funcționării genelor structurale și de evoluție.

Un moment deosebit de important în înțelegerea organizării și funcționării genelor l-a constituit izolarea de gene. Prima tentativă reușită de a desprinde una sau cîteva din noianul celor peste 3000 de gene ale bacteriei *Escherichia coli* a fost realizată de către echipa lui John Beckwith de la Harvard University, în anii 1968—1969. Folosind tehnici de biologie moleculară și bazîndu-se pe fenomenul transducției fagice ei au reușit să obțină tulpini ale acestei bacterii care aveau atașate de o parte și



de alta a operonului „lac“ (complexul a trei gene structurale ce dirijează sinteza enzimelor  $\beta$ -galactozidaza, galactozid-permează și galactozid-tran-sacetilază incluzând regiunea operatoare și promotorul, cele trei enzime intervenind în catabolizarea lactozei) profagii fagilor  $\lambda$  și  $\phi$  80. Folosind tehnici de denaturare și renaturare a ADN, ei au reușit în cele din urmă să desprindă, adică să izoleze operonul „lac“ din cromozomul bacteriei, pentru ca ulterior să izoleze gene individuale ale acestui operon. Prin punerea la punct a metodelor de izolare de gene s-a adâncit enorm cunoașterea fenomenelor ereditare, completându-se metodele de analiză genetică fenotipică, apanaj al geneticii clasice. Pentru că, se cunoșteau multe lucruri despre natura genei și funcționarea sa, dar multe din aceste cunoștințe se bazau pe date de analiză genetică la microorganisme și studii biochimice asupra unor complexe de gene. Cu izolarea genei însă, a fost pusă la punct metoda de purificare a genelor unice, cu funcției binecunoscută din ADN total (genomul) al unui organism.

Tehnicile de purificare și izolare a genelor se află acum la un nivel asemănător aceluia la care se aflau acum 25—30 de ani tehnicile pentru fracționarea proteinelor. Pentru izolarea genei, lucrurile sînt complicate de faptul că moleculele de ADN sînt polimeri lungi, alcătuiți din numai patru tipuri de nucleotide (monomerii) ceea ce face ca, spre deosebire de proteine, toate moleculele de ADN să aibă proprietăți chimice și fizice foarte asemănătoare, în ciuda faptului că prin aranjamentul celor patru monomeri se realizează o varietate aproape infinită de polimeri diferiți, informația ereditară putîndu-se realiza astfel într-o infinitate de forme (de aici marea diversitate a speciilor în natură). Cu toate acestea, tehnicile de izolare a genei au mari perspective de perfecționare. Numai pînă acum s-a reușit purificarea genelor care codifică diferitele tipuri de ARN-ribozomal la broaște, precum *Xenopus laevis* și *X. mülleri*, în afara purificării și izolării complexului de gene „lac“ de la *E. coli*. a genelor pentru ovalbumină, hemoglobină sau histone etc. La baza izolării genelor la organismele superioare stă tehnica de hibridare moleculară, între ADN și ARN. Cunoaștem că toate tipurile de ARN sînt sintetizate pe matrită de ADN. După denaturarea ADN (desfacerea dublei catene în cele două lanțuri polinucleotidice) și fixarea sa pe hîrtie de filtru, se adaugă o soluție de ARN (ARN-ul este în mod normal monocatenar) în prealabil marcat radioactiv; se realizează împerecherea de catene pe baza complementarității bazelor azotate. Se realizează astfel un hibrid molecular ADN—ARN și ADN care nu s-au hibridat se îndepărtează prin spălare. Prin măsurarea radioactivității hibridului molecular se apreciază cît ARN s-a hibridat și implicit cît din ADN celular conține secvențe de nucleotide considerate a fi gena care deține informația ereditară pentru sinteza acelui tip de ARN. Prin hidroliză cu RN-ază este îndepărtat ARN din hibrid, iar monocatena ADN este trecută prin sinteză „in vitro“ în stare dublă-catenară obținîndu-se astfel gena de interes.

Un alt triumf al geneticii și biologiei moleculare este și realizarea sintezei artificiale a genei. Astfel, în anul 1970, Gobind Har Khorana a reușit să sintetizeze artificial gena care determină sinteza ARN de transfer și anume a aceluia care se cuplează specific cu aminoacidul



alanina spre a-l transporta la rizobomi și a fi inclus în lanțul polipeptidic. Holley și colaboratorii săi stabiliseră încă din 1965 că acest ARN<sub>t</sub> pentru alanină la drojdia de bere este alcătuit dintr-o secvență de 77 nucleotide. Pentru sinteza genei care dirijează sinteza ARN<sub>t</sub> pentru alanină s-a pornit de la secvența produsului acestei gene adică a ARN<sub>t</sub> pentru alanină și s-a aplicat principiul complementarității de baze azotate potrivit căruia A din ARN<sub>t</sub> a fost împerecheată cu T de la nivelul secvenței de nucleotide a genei, U din ARN<sub>t</sub> cu A din genă; G din ARN<sub>t</sub> cu C din genă și C din ARN<sub>t</sub> cu G din genă. Pe această bază s-au sintetizat mai întâi segmente mai mici (oligonucleotide) care apoi, cu ajutorul enzimei ligaza au fost reunite într-o secvență polinucleotidică corespunzătoare aceleia din gena care specifică sinteza ARN de transfer (ARN<sub>t</sub>) pentru alanină. Printr-o altă enzimă, numită kinază s-au obținut segmente dublu-catenare de ADN reunite enzimatic spre a da naștere primei gene sintetizate total artificial. Ulterior, cercetările privind sinteza artificială de gene au luat mare avânt, realizându-se succese remarcabile. Printre acestea semnalăm și realizarea de către Kornberg, în 1970, a sintezei artificiale a ADN-ului fagului  $\phi$  x 174 care conține 10 gene și 5375 nucleotide.

În 1971, Phil Leder și S. Spiegelman au reușit sinteza artificială a genei pentru lanțul  $\beta$  al hemoglobinei.

Implicațiile sintezei de gene sînt dintre cele mai diverse. Pe plan social interpretarea implicațiilor a mers pînă acolo încît Shapiro, colaboratorul lui Khorana, a părăsit colectivul cu care lucra, gest prin care vroia să atragă atenția opiniei publice asupra pericolului pe care îl poate prezenta sinteza artificială a unor virusuri ale căror efecte pentru sănătatea oamenilor scapă unor aprecieri corecte. Ulterior, Khorana a reușit să realizeze sinteza completă a unei gene supresoare pentru ARN de transport de *E. coli* care transportă tirozina. Gena sintetică conține secvența totală a precursorului ARN de transport, incluzînd secvența regiunii promotor (locul unde se atașează enzima ARN-polimeraza spre a începe transcrierea informației ereditare) ca și a semnalului de oprire a transcrierii. Pentru această realizare au lucrat 24 de savanți timp de 9 ani.

Realizarea sintezei artificiale a genei reprezintă un moment de epocă în biologia moleculară ale cărui semnificații este posibil să nici nu le putem aprecia în mod just pentru moment. Implicațiile acestei realizări pentru agricultură și medicină se întrezăresc a fi dintre cele mai mari. Iată că, numai la cîțiva ani, în 1976, H. Köster comunică realizarea sintezei artificiale a unei gene umane și anume a genei care determină sinteza unei proteine cu 8 aminoacizi-angiotensina II — care intervine în contracția musculaturii netede și controlul tensiunii arteriale.

În următorii ani vom fi martori oculari și ai altor realizări de excepție în acest domeniu. Căci, cavalcada descoperirilor se desfășoară cu viteză din ce în ce mai mare.

Ca o uvertură la debutul ingineriei genetice, în anul 1971, un grup de cercetători condus de către C. R. Merrill a reușit transferul de la bacteria *E. coli* la celule umane aflate în cultură prelevate de la un



pacient cu galactozemie (incapacitate de a metaboliza galactoză) a genelor ce condiționează sinteza enzimei ce intervine în metabolismul galactozei. Transferul genelor s-a realizat cu ajutorul fenomenului de transducție, adică prin intermediul virusurilor. Și gena care condiționează sinteza enzimei arginaza (care intervine în metabolizarea aminoacidului arginina) a fost transferată la om, prin intermediul virusului Shope.

În cazul acumulării argininei în sânge apar crize epileptice și întârzieri mintale. Pentru tratarea maladiei se propune folosirea acestei căi de transfer a genei din virusul Shope care condiționează sinteza enzimei arginază sau a injectării acestui virus, care este inofensiv pentru om.

Pentru sinteza artificială a unor gene cu secvențe de nucleotide bine cunoscute s-a folosit una dintre cele mai interesante descoperiri ale deceniului nostru, o descoperire care ne face să ne gândim mai cu luare aminte la rolul excepțiilor în știință. Este vorba de descoperirea lui H. Temin și D. Baltimore de la Universitatea Madison din Wisconsin prin care aceștia au demonstrat mecanismul intim al malignizării celulelor sub influența ribovirusurilor oncogene. Temin și Baltimore au arătat că, spre deosebire de concepția unanim acceptată în biologia moleculară și încetățenită încă de la emiterea sa, în 1955 de către Fr. H. C. Crick, cunoscută sub numele de dogma centrală a biologiei moleculare după care informația ereditară circulă în sensul  $ADN \rightarrow ARN \rightarrow Proteine$ , în cazul ribovirusurilor oncogene informația genetică circulă pe canalul  $ARN \rightarrow ADN$ , ARN-ul viral servind în acest caz drept matrită pentru sinteza ADN-ului (virusurile oncogene de tip ARN au ca miez de acid nucleic nu ADN ci ARN, informația ereditară a lor fiind înscrisă în acest ARN). În cazul infecției celulei gazdă cu virus oncogen de tip ARN o enzimă numită inverstranscriptaza (revers-transcriptaza, transcriptaza inversă, invertază sau Balti-Teminază), catalizează sinteza unei catene de ADN nu tot pe matrită de ADN, ci pe matrită de ARN, deci informația ereditară circulă în acest caz de la ARN la ADN. Acest ADN sintetizat pe matrită de ARN se integrează ulterior, după desprindere de pe ARN, în genomul celulei gazdă, inițiind procesul de malignizare a acesteia. În anul 1975 lui H. Temin i s-a decernat Premiul Nobel pentru această „ereză” față de dogma centrală a Geneticii. În mod normal, ARN-mesager pentru globină este sintetizat în celulă pe matrită de ADN încă din timpul fazei nucleate a eritrocitului. El rămâne în citoplasmă (fiind un tip de ARN-mesager cu durată lungă de viață) și după ce eritrocitul intră în faza anucleată, păstrând în secvența sa de baze mesajul genetic pentru sinteza globinei. El poate fi ușor separat și folosit drept matrită pentru sinteza artificială a ADN, sinteză catalizată de o reverstranscriptază specifică. Pe această cale, a reverstranscrierii, pot fi sintetizate și alte gene în vederea transferului lor prin tehnici de inginerie genetică (ADN recombinant).

Una dintre cele mai importante descoperiri din ultimul timp și care a constituit o premisă a ingineriei genetice este aceea a enzimelor de restricție numite endonucleaze de restricție. Autorul acestei descoperiri din jurul anului 1960 este Werner Arber. După circa 10 ani H. Smith și N. Nathans au ingenioasa idee de a testa enzimele lui Arber și reușesc — cu ajutorul lor — să fragmenteze molecule de ADN la



nivelul unor situri foarte precise. Astfel, enzimele lui Arber, numite endonucleaze de restricție (restricțaze) s-au dovedit a fi veritabile „bisturie” biochimice, indispensabile ingineriei genetice. Pentru descoperirea acestor enzime și a proprietăților lor, cei trei savanți au primit în anul 1978 premiul Nobel. Aceste enzime de restricție sintetizate de către celulele bacteriene au constituit în ultimul timp instrumente ale progreselor remarcabile înregistrate în analiza secvenței pe baze azotate din ADN pentru descifrarea modului de înregistrare a informației ereditare, în studiile referitoare la structura și funcția genei și în cele din urmă în ingineria genetică. Rolul biologic al acestor enzime în celula bacteriană este acela de a o apăra pe aceasta față de ADN străin, nedorit — în speță față de ADN al fagilor virulenți. Astfel, celula bacteriană, prin aceste enzime, efectuează un proces de restricție, adică de tăiere a ADN exogen, la nivelul unor anumite secvențe de baze azotate cu bisimetrie rotatorie numite palindroame, recunoscute de către enzimele de restricție cu mare specificitate. Secvențele palindromice sînt acelea care prezintă o asemenea succesiune încît dacă pe o catenă a ADN sînt citite în direcția  $3' \rightarrow 5'$  această succesiune de nucleotide rămîne aceeași cînd secvența este considerată pe catenă complementară a ADN din direcția  $5' \rightarrow 3'$ . Și în limbaj există polindroame: de exemplu, cuvîntul RADAR este un palindrom lingvistic avînd aceeași semnificație atunci cînd este citit de la stînga la dreapta cît și atunci cînd este citit de la dreapta la stînga. Spre a nu cădea sub acțiunea propriilor „bisturii enzimatice” — recte enzimele de restricție — celula bacteriană, prin intermediul altor enzime, numite enzime de modificare, cum ar fi bunăoară metilazele, își modifică ADN propriu la nivelul secvențelor recunoscute specific de către endonucleazele de restricție, astfel că acestea devin ineficiente. În schimb ADN străin, rămas nemodificat, reprezintă o pradă ușoară pentru endonucleazele de restricție ale celulei gazdă. Este aici vorba deci de un perfecționat mecanism de apărare la nivel molecular.

Cel mai cunoscut exemplu de endonuclează de restricție este enzima numită  $E_{co}$  RI izolată din celule de *E. coli* care are capacitatea de a recunoaște secvența palindromică GAATTC din orice moleculă de ADN „tăind” macromoleculă de ADN între G și A și producînd fragmente specifice care poartă prelungiri scurte sau cozi monocatenare la fiecare capăt, ce permit apoi asocierea spontană pe bază de complementaritate cu alte fragmente de ADN (gene) care au de asemenea capete monocatenare complementare.

Alte tipuri de endonucleaze de restricție au specificitate pentru alte secvențe de ADN. Se cunosc peste 200 tipuri diferite de endonucleaze de restricție.

Prezența cozilor monocatenare în ADN este esențială în realizarea unei structuri dublu-catenare prin împerecherea la nivelul lor de monocatene pe principiul complementarității de baze azotate prin care guanina (G) face pereche prin punți triple de hidrogen cu citozina (C) și vice-versa, pe cînd adenina (A) se împerechează prin punți duble de hidrogen cu timina (T) și vice-versa. Pe această cale se poate realiza — din două fragmente de ADN ce aparțin la specii foarte îndepărtate filogenetic — o moleculă hibridă dublu-catenară, o himeră molecu-



lară adică un ADN-recombinant, esență a ingineriei genetice. „In vivo“, endonucleazele de restricție pot fi implicate și în fenomenele de recombinare genetică la nivel molecular. Realizarea de ADN recombinant ce aparține la specii foarte diferite, care în mod natural nu ar putea să facă schimb de informație genetică prin hibridare, a sugerat ideea că barierele dintre specii există nu din cauza unei bariere fizice la schimbul de informație genetică, ci mai curând datorită faptului că intervine o barieră funcțională (Roberts, 1978), care previne hibridarea moleculară, altfel posibilă între oricare dintre specii datorită universalității rolului ADN de material ereditar și structurii sale fizice identice la toate sistemele biologice.

Tot ca o mare descoperire a biologiei moleculare care a condiționat nașterea ingineriei genetice trebuie să fie considerată izolarea și studiul proprietăților unui tip special de enzimă care se numește ADN-ligaza, enzimă care are proprietatea de a uni covalent într-o moleculă unică de ADN, prin refacerea legăturilor fosfo-diesterice, două fragmente macromoleculare de ADN. Această enzimă condiționează unirea într-o moleculă unică de ADN a două fragmente separate de ADN aparținând fie aceleiași specii, fie la specii diferite. Dacă aceste fragmente de ADN aparțin la două specii diferite se obține ceea ce se numește ADN recombinant sau himeră moleculară.

Ingineria genetică nu a apărut dintr-o dată. Ea este pe de o parte rezultatul multor cuceriri ale geneticii moleculare, al aprofundării cunoașterii organizării și funcționării materialului ereditar la nivel molecular, iar pe de altă parte al tendinței epocii noastre spre aplicabilitatea practică a cuceririlor științelor, și deci spre inginerie. De fapt „in sensu stricto“ ingineria genetică operează cu așa numitul ADN recombinant, adică cu molecule hibride de ADN rezultate din unirea unor segmente de ADN ce aparțin la specii diferite, de regulă foarte îndepărtate filogenetic cum ar fi bacterie-bacterie, bacterie-virus, bacterie-insectă, bacterie-plantă; bacterie-mamifer, mamifer-drojdie etc.

Noțiunea de inginerie genetică s-a extins însă și în cadrul ei pot fi incluse și acele cazuri în care pe cale artificială se modifică mai mult sau mai puțin dirijat structura și funcția materialului genetic. Amintim astfel în această categorie experiențele de transformare bacteriană efectuate de către Griffith încă la 1928 și reluate de către Avery și colaboratorii în 1944, ca și cele de transformare la organismele eucariote plante și animale, prin care s-a reușit transformarea genetică a unui soi sau rase prin injectarea de ADN izolat de la un alt soi, respectiv rasă.

Tot astfel, în cadrul ingineriei genetice sînt incluse așa numitele experiențe de chirurgie cromozomală prin care cromozomi sau segmente cromozomale purtătoare de anumite gene și care aparțin unei anumite specii sînt transferate la alte specii unde pot funcționa normal, conferind speciei receptoare caractere ale speciei donatoare. Sînt cunoscute astfel cercetările lui B. C. Jenkins efectuate în anul 1956, prin care — în urma încrucișărilor intergenerice — a fost introdusă în genomul grîului o pereche de cromozomi de la secară, pe care se aflau genele de rezistență la boli și la ger, hibridii rezultați au fost retroîncrucișați cu grîul și s-au obținut linii de adîncie ce aveau 42 cromozomi de grîu și 2 cromozomi de secară, ca și linii de substituție cu 40 cromozomi



de grâu și 2 cromozomi de secară. Prin asemenea experiențe de chirurgie cromozomală este posibil transferul nu de cromozomi întregi ci numai de anumite gene, prin iradierea unor forme hibride și translocarea pe această cale de segmente cromozomale purtătoare ale anumitor gene, selecționându-se în descendență formele dorite. În anul 1957, Sears a reușit, pe această bază, să obțină soiul de grâu prin supunerea la iradiere a polenului hibridului dintre grâu (*Triticum dicoccoides*) și o graminăe sălbatică *Aegilops umbellulata*. În urma iradierii s-a produs fragmentarea cromozomală. S-a întâmplat ca un cromozom de *Aegilops* să fie fragmentat și fragmentul mic desprins din el să fie purtător al genei ce conferă rezistență la rugini. Acest fragment a fost translocat pe un cromozom de grâu. Prin realizarea ulterioară a polenizării succesive a unui asemenea hibrid *Triticum* x *Aegilops* doar cu polen de *Triticum* s-a obținut soiul de grâu „Transfer“ rezistent la rugini și în al cărui genom a fost inclusă (integrată) gena de rezistență la rugini provenind de la *Aegilops*.

Ingineria genetică propriu-zisă — deci manipularea de gene este un eveniment unic în istoria științelor naturii din secolul nostru (Alikhanian, 1979).

Anul de naștere al ingineriei genetice propriu-zise este anul 1973, an în care Stanley Cohen de la Facultatea de Medicină a Universității Stanford (SUA) a reușit să „fabrice“ un plasmid recombinant (plasmidul este o moleculă circulară de ADN prezentă în celula bacteriană adițional cromozomului circular bacterian, dar avînd o dimensiune de circa 100 de ori mai mică ca acesta \*) cu ajutorul căruia a transferat rezistența la tetraciclină de la o tulpină bacteriană la alta sensibilă la acest antibiotic. Plasmidul circular de *E. coli* purtător al genei de rezistență la tetraciclină a fost tăiat cu ajutorul endonucleazei de restricție *EcoRI*, fiind transformat într-o structură circulară cu 2 capete libere. Între aceste capete, în urma amestecului de molecule de ADN s-a potrivit plasmidul linear de la *Staphylococcus aureus*, purtător al genei de rezistență la penicilină. Cu ajutorul enzimei ADN-ligaza s-au sudat cele două structuri plasmidice, refăcîndu-se continuitatea covalentă — refăcîndu-se deci legăturile chimice fosfo-diesterice și rezultînd un plasmid recombinant — deci un ADN recombinant sau o himeră moleculară — imposibil de realizat în condiții naturale deoarece între *E. coli* și *Staphylococcus aureus* nu s-ar putea realiza schimbul natural de material genetic. Acest plasmid recombinant introdus într-o bacterie sensibilă la antibiotice, îi conferă acesteia dubla rezistență, adică rezistență atât la penicilină cît și la tetraciclină. Rezultă deci că ingineria genetică are ca obiectiv transferul de gene între specii foarte îndepărtate filogenetic, iar ca mijloace de acțiune realizarea de ADN recombinant aparținînd de regulă la asemenea specii foarte îndepărtate filogenetic, între care schimbul natural de material genetic este imposibil de realizat din cauza barierelor genetice dintre specii, bariere impuse de natură, în cadrul procesului de reproducere.

---

\* Plasmidul poate exista liber în citoplasmă, replicîndu-se independent de cromozomul bacterian sau integrat în acesta, replicîndu-se odată cu el.



Pină la nașterea ingineriei genetice hibridarea a constituit nu numai o metodă ce stă la baza analizei genetice în vederea stabilirii particularităților de transmitere a caracterelor ereditare, dar și metoda de bază în ameliorarea plantelor și animalelor. Numai că, în cadrul experiențelor de hibridare au putut fi încrucișate doar specii înrudite. Încercările de a extinde limitele taxonomice ale hibridării nefiind cel mai adesea încununate cu succes. Între specii există bariere genetice și incompatibilități fiziologice care împiedică fie realizarea încrucișării, sau, dacă aceasta are totuși loc, rezultă hibridi sterili. Ingineria genetică a depășit asemenea impedimente, reușindu-se să se treacă peste granițele de specii, realizând hibridări la nivel molecular (sau transfer de gene) între procariote și eucariote, adică indiferent de relațiile taxonomice dintre organisme.

Dacă prin hibridarea obișnuită între indivizi ce aparțin aceleiași specii se asigură recombinarea genetică între cromozomi omologi (cromozomi ce au aceeași morfologie și poartă aceleași gene la loci corespunzători), ingineria genetică asigură realizarea recombinării genetice între cromozomi neomologi. Practic, ingineria genetică asigură schimbul de material genetic între oricare genomuri. Se admite că această clonare a ADN recombinant în celula bacteriană, ce stă la baza ingineriei genetice, reprezintă una dintre încercările reușite ale omului de a supune natura. Prin ingineria genetică s-au elaborat metode eficiente de transformare dirijată a eredității organismelor la nivel molecular și totodată s-au stabilit metodologii de sinteză la scară industrială a unor produse de mare importanță pentru medicină și agricultură. Aceste performanțe ale ingineriei genetice au stîrnit un viu interes nu numai în lumea oamenilor de știință din diferitele domenii, dar și în aceea a multor altor categorii foarte diverse de oameni: economiști, sociologi, oameni de afaceri, politicieni etc. interesați de implicațiile ingineriei genetice în toate domeniile vieții materiale și spirituale umane. În ultimii 10 ani s-au obținut realizări de rezonanță în ingineria genetică. S-a reușit să fie transferată în *E. coli* prin tehnologia ADN recombinant gena umană pentru insulină și s-au obținut clone bacteriene transformate, producătoare de insulină umană (humulina) care, folosită în terapia diabetului zaharat, ar reduce incidența accidentelor imunologice determinate de folosirea insulinei de proveniență bovină. Tot astfel, s-a reușit transferul la bacterii a genelor producătoare de interferon uman — proteină semnal produsă de celulele infectate și care avertizează celelalte celule de existența infecției — interferonul avînd totodată efecte antivirale, antiinflamatoare și chiar antitumorale.

Prin transferul în celulele bacteriene a genei somatostatinei se speră în producția industrială a acestui hormon și în eradicarea nanismului congenital la om sau obținerea de producții ridicate de produse animale în zootehnie. Multe alte realizări deosebit de încurajatoare pentru practică și pentru elucidarea mecanismelor eredității au fost obținute în cadrul experiențelor de inginerie genetică. Tehnologia ADN recombinant a oferit și posibilitatea sintezei unui vaccin împotriva viru-



sului hepatitei infecțioase (Antigenul Australia), imposibil de realizat pe calea clasică de producere de vaccinuri \*.

La plante, introducerea de gene de interes se poate realiza folosind drept vector plasmida Ti de la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*.

Există numeroase alte experiențe de inginerie genetică în care s-a realizat transferul genelor sau operonilor în celule heterologe, având drept urmare sinteza crescută a unui anumit produs, datorită amplificării genice realizată prin clonare. Exprimarea unor gene s-a realiza numai după o prealabilă inserție a unui promotor activ în molecula hibridă.

Tot prin tehnici de inginerie genetică s-a reușit purificarea oncogenei virale din virusul sarconului Rous și s-a testat capacitatea sa transformantă. ADN-ul circular (copia genomului ARN al virusului sarconului Rous) din celule nou infectate, a fost clivat cu restrictaze și oncogena virală a fost inserată în ADN de fag lambda. Acesta a infectat o cultură bacteriană în care s-au produs mari cantități de ADN viral. Izolat, aceasta a fost clivat cu o restrictază spre a se obține doar fragmente purtătoare ale oncogenei desemnate src. Gena src a fost apoi introdusă într-o plasmidă bacteriană și transferată într-o bacterie unde a fost amplificată, obținând un număr mare de exemplare ale genei care au putut apoi fi excizate din plasmide, purificate și introduse în celule animale aflate în cultură. S-a dovedit că gena src dirijează sinteza proteinei pp 60v virale, care induce transformarea malignă a celulei animale, fiind de fapt o proteinkinază cu  $GM = 60\ 000$  și care fosforilează tirozina (Bishop, 1982).

S-a vorbit mult despre implicațiile economice, sociale ca și despre riscurile ingineriei genetice. Acum, din perspectiva timpului, după aproape 15 ani de cercetări asidue în domeniul tehnologiei ADN recombinant se poate aprecia că ingineria genetică prezintă o excepțională importanță pentru cercetarea fundamentală, deschizând căi noi de investigare a fenomenului ereditar la nivel molecular, ajutând neașteptat de mult la aprofundarea studiului organizării și funcționării genelor eucariote, că a dat unele rezultate practice interesante și, mai ales, promițătoare, dar că entuziasmul inițial s-a estompat progresiv și că discuțiile privind riscurile sale sînt pur speculative.

Mai mult, ingineria genetică nu a dus și nu poate duce la crearea de specii noi, ci numai la manipularea genetică a unor bacterii sau alte organisme care sînt astfel „obligate” să producă ceea ce pe căi naturale ar fi fost imposibil să producă.

---

\* Tot pe calea ingineriei genetice se speră că va putea fi produs cu vaccin eficient împotriva virusului SIDA (sindrom imunodeficiar dobîndit).



## GENELE DISCONTINUI ALE EUCARIOTELOR ȘI ORIGINEA LOR

Prof. dr. doc. PETRE RAICU

Facultatea de Biologie, Geografie, Geologie — București

În 1977, *P. Sharp* de la Massachusetts Institute of Technology (SUA) a descoperit că un adenovirus (virus responsabil de infecții respiratorii) de la animale, are o genă a unei anumite proteine mult mai lungă decât ARNm corespunzător. Același fenomen a fost constatat la virusul maimuțelor (SV40). În general, organizarea genelor virusurilor este similară cu cea a organismelor pe care le parazitează. De aceea s-a dedus că probabil și genele mamiferelor sînt mai lungi decât ARNm corespunzător.

La începutul anului 1978, *P. Chambon*, la Strassbourg (Franța) a descoperit că gena ce codifică ovalbumina din ouăle de găină este mai lungă decât ARNm ce rezultă din transcripția sa. Descoperiri similare au fost făcute de *S. Tonegawa* la Bâle în Elveția privind o genă ce codifică o catenă de la imunoglobulinele de la șoarece, de *P. Leder*, la Bethesda în SUA, privind o genă ce codifică o catenă polipeptidică de la iepure și de *R. Flavell*, la Amsterdam (Olanda), pentru o genă similară de la șoarece.

Pe baza acestor descoperiri, în 1978, *W. Gilbert*, de la Universitatea Harvard (SUA), a propus terminologia corespunzătoare acestor fenomene: porțiunile genei care sînt transcrise în ARNm au fost denumite *exoni*, iar cele necopiate și care sînt eliminate în cursul transcripției *introni*.

Pînă în 1983 s-a crezut că numai eucariotele au gene din bucăți, însă *C. Woese* și colab. (1983) au demonstrat că și arhebacteriile, din care fac parte bacteriile metanogene, cele halofile și termofile, au genele alcătuite din bucăți (*gene mozaic*). De asemenea, genele mitocondriale de la drojdia de bere, de la alge, protozoare etc. au o astfel de structură în mozaic.

Numărul de exoni și introni variază la diferite gene. Astfel, genele ce codifică fiecare catenă polipeptidică a hemoglobinei, sînt alcătuite din 3 exoni și 2 introni, gena ce codifică catenele grele ale imunoglobulinei au 5 exoni și 4 introni, genele ce codifică ovalbumina de la găină au 8 exoni și 7 introni, genele ce codifică colagenul au cîteva zeci de exoni și introni. De regulă, intronii sînt mai lungi ca exonii. În medie, la o genă alcătuită din cca. 1000 nucleotide, intronii reprezintă între 5000 și 20.000 nucleotide.



Gena la eucariote are o organizare particulară, fiind diferită de cea a procariotelor. În timp ce la procariote transcripția și translația au loc în același timp, la eucariote transcripția ADN are loc în nucleu, realizându-se un *ARNm precursor sau ARN premesager*, după care tot în nucleu are loc excizia intronilor și formarea *ARNm matur* care este transferat apoi în citoplasmă, unde are loc translația în proteine. De asemenea, la eucariote unele secvențe înalt repetitive de ADN precum și unele segmente de ADN care separă genele, nu sînt transcrise și translate.

Genele în bucăți sînt mai întîi copiate integral într-un ARN pre-mesager, după care are loc *excizia intronilor*. Procesul de eliminare a intronilor se poate realiza cu ajutorul unor enzime cum este cazul genei pentru ARNt, care posedă un intron foarte scurt de numai 15 nucleotide, în mijlocul genei. La genele ARNr de la protozoare, s-a constatat un fenomen paradoxal și anume că eliminarea intronilor se face fără ajutorul enzimelor și fără aport de energie, ceea ce înseamnă că acidul nucleic poate realiza o autocataliză.

*Gena în mozaic a ovalbuminei.* Un exemplu de genă discontinuă la eucariote, este gena ovalbuminei studiată de P. Chambon (1978). Ovalbumina este o proteină din oul de găină formată din 386 de aminoacizi și sintetizată exclusiv de celulele glandelor tubulare ale oviductului. Expresia genei respective este controlată de hormonii sexuali femeli. În absența acestor hormoni, gena nu este transcrisă și translată. Gena ovalbuminei a fost izolată din celulele glandelor tubulare ale oviductului, pornindu-se de la ARNm care reprezintă aproape 50% din totalul ARN din celulele respective.

ARNm al genei ovalbuminei este o catenă de 1872 nucleotide din care 1158 codifică cei 368 aminoacizi, 64 nucleotide constituie secvența „leader” la capul 5' al macromoleculei și 650 nucleotide constituie secvența terminală la capul 3'.

ARNm al ovalbuminei a fost copiat cu ajutorul unei revers transcriptaze pentru a forma o catenă complementară de ADN, iar aceasta cu ajutorul ADN polimerazei a fost copiată pentru a forma ADN dublu catenar. Aceasta este de fapt o genă artificială a ovalbuminei, care comparată cu gena din genomul celulelor oviductului, a dus la constatarea că cele două gene nu sînt identice. Astfel, în gena naturală există secvențe de ADN care nu sînt reprezentate în ARNm al genei și nici în gena artificială.

Ulterior s-au realizat *hibrizi moleculari* între gena naturală și ARNm și s-au studiat la microscopul electronic. S-a constatat că hibridizarea se realizează numai în anumite porțiuni și că 7 secvențe de nucleotide din ADN nu au corespondent în ARNm, formînd 7 *bucle monocatenare*. Aceștia sînt de fapt 7 introni care nu sînt translați în ARNm. Gena propriu-zisă este alcătuită din 8 exoni separați de 7 introni.

Lungimea totală a genei ovalbuminei este de cca. 7700 perechi de nucleotide, fiind deci de cca. 4 ori mai lungă decît ARNm (1872 nucleotide) și de cca. 7 ori mai lungă decît ARNm translat în proteine (1158 nucleotide).



În general, genele, de tip eucariot sînt alcătuite din „bucăți”, intronii fiind de regulă mai lungi ca exonii. O altă genă de la găină și anume gena *ovotransferinei* conține 16 introni. O excepție la eucariote o constituie genele care nu prezintă introni cum sînt genele histonelor și ale interferonului. De asemenea genele pentru ARNt sînt formate din bucăți, dar intronii sînt foarte mici.

Transcripția genei ovalbuminei se realizează astfel: mai întîi are loc sinteza unui ARNm precursor, care constituie de fapt o copie a întregii gene (exoni și introni), deci un ARNm de cca. 7700 nucleotide. Eliminarea intronilor se realizează în două etape: în prima sînt eliminați 5 introni (A, B, C, D, G), iar în etapa doua sînt eliminați ceilalți doi (E și F). Înainte însă de eliminarea intronilor, are loc modificarea ARNm precursor prin adăugarea unei guanine metilate la capul 5' al moleculei și prin adăugarea mai multor nucleotide ce conțin adenină (poli-A). Toate aceste procese au loc în nucleu astfel că în citoplasmă migrează ARNm matur, la care au fost eliminați intronii. Eliminarea intronilor se realizează cu ajutorul unor enzime de restricție capabile să rupă molecula de ARNm în anumite locuri.

Gena ovalbuminei este de fapt alcătuită din 7700 perechi nucleotide din care sînt translate în ARNm un total de 1872 nucleotide care reprezintă o secvență L (leader) formată din 47 nucleotide, urmată de 7 exoni care au respectiv următoarele lungimi: 185, 51, 129, 118, 143, 156 și 1043 nucleotide. Cei 7 introni au mărimi variabile, cuprinse între 251 nucleotide pentru intronul B și cca. 1600 pentru intronul G.

În cazul mitocondriilor, care au și ele genele din bucăți. P. Słonimski (1979) a descoperit că enzima ce realizează excizia intronilor este codificată parțial chiar de către intronii respectivi. Gena mitocondrială *cob-box* de la drojdia de bere (*Saccharomyces cerevisiae*) are o structură și funcții foarte complexe: ea codifică o enzimă a respirației celulare și anume citocromul b, reglează genetic formarea unei alte enzime respiratorii și anume citocrom oxidaza și, în sfîrșit, este compusă din mai multe regiuni distincte (în engleză boxes). S-a constatat că mutațiile intronilor acestei gene, care principal ar fi trebuit să nu aibă nici o importanță, în realitate determină ca drojdiile să fie incapabile să sintetizeze citocromul b, la fel cu mutațiile exonilor. Printr-un test de complementaritate a celor două tipuri de mutații, s-a demonstrat că intronii au un rol important însăși în procesul exciziei lor.

Ulterior s-a descoperit că intronul 2 al genei respective, participă la codificarea unei proteine de excizie, care a fost denumită ARNm maturază. Alte maturaze codificate de intronii mitocondriali au rolul de a regla cantitatea de proteine sintetizată de genele din bucăți. De pildă, intronul nr. 4 servește nu numai la excizia sa, dar și la excizia unui intron omolog dintr-o altă genă mitocondrială și anume ori 3, care codifică o subunitate a enzimei complexe citocrom oxidaza. În acest fel, mitocondria are capacitatea de a-și autoregla echilibrat producția celor două enzime.

În ce privește structura tuturor intronilor, s-a constatat că ei încep cu nucleotidele GU și se termină cu nucleotidele AG. Acestea servesc astfel ca loc de recunoaștere pentru enzimele de excizie. Se pare de



asemenea că prin plierea moleculei de ARN premesager, intronii se pliază astfel încât capetele lor se apropie unul de altul, fapt care permite enzimelor de excizie să recunoască regiunile respective și să acționeze asupra lor.

De altfel, recent s-a descoperit în macromolecula de ARN funcționează ca o enzimă în procesul de eliminare a intronilor și de autoreplicare, astfel că ea a fost denumită *ribozimă*.

### Originea genelor discontinui

În ce privește evoluția se consideră că exonii se modifică relativ lent, în special prin mutații punctiforme, în timp ce intronii evoluează mai rapid prin inserții și deleții de extensii variabile. Astfel de fenomene, cum sînt inserția și deleția, probabil că afectează și *exonii*, dar genele respective devenind astfel nefuncționale sînt eliminate de selecția naturală.

Referitor la *mecanismul de apariție al genelor formate din bucăți se pare că, crossing-overul inegal a avut un rol major*. Pe această cale apar, printre altele, duplicații ale genelor cu rol major în evoluție. Duplicația poate explica însăși apariția genelor din bucăți. Astfel printr-o duplicație s-au putut realiza inițial două copii ale unei gene, copii separate printr-o secvență de nucleotide non-informaționale. Cele două copii au putut apoi fuziona, astfel că ele au devenit o singură unitate de transcripție, adică o genă care includea și un intron. În felul acesta au apărut gene mai mari, care codifică proteine mai complicate. Unele cercetări privind gena ovotrasferinei de la găină care are 17 exoni, arată că ea ar fi evoluat prin duplicație și fuzionare a unei gene ancestrale care avea 7 sau 8 exoni.

Studiul unui segment de ADN de cca. 40 000 perechi nucleotide ce conține gena ovalbuminei, a arătat că alături de ea se găsesc încă două gene înrudite notate X și Y. Deși numărul și poziția intronilor este identică la cele 3 gene, lungimea și secvența nucleotidelor diferă de la o genă la alta. S-a dedus că cele 3 gene au evoluat dintr-o singură genă ancestrală prin duplicație, genă care avea de asemenea 8 exoni. Ținînd seama de rata mutațiilor și de numărul lor, s-a dedus că duplicația a avut loc acum cca. 50 milioane de ani. S-a constatat de asemenea că secvențele exonice evoluează lent mai ales prin mutații punctiforme în timp ce intronii evoluează mai repede prin inserții și deleții de mărimi variabile. Cu alte cuvinte, genele ce reprezintă nu mai mult de 9% din cele 40.000 perechi de nucleotide, sînt structuri mai constante, incluse într-un mediu mai variabil. De asemenea, se poate remarca marea discrepanță ce există la eucariote, între mărimea genelor și cantitatea totală de ADN.

Crossing-overul inegal intragenic a putut determina amplificarea unor exoni în cadrul unei gene. Acest fenomen se pare că a avut loc în procesul de apariție al genelor ce codifică regiunea constantă a catenei grele de imunoglobulină, genă care cuprinde mai mulți exoni omologi. Desgiur că în prezent este dificilă recunoașterea acestor duplicații, deoarece în cursul evoluției au avut loc numeroase mutații care au modificat fundamental secvențele de nucleotide.



Un exemplu foarte interesant de evoluție prin duplicație a genelor la eucariote, îl constituie genele hemoglobinei care și ele au o structură în mozaic, fiind formate din bucăți. De pildă, catena polipeptidică beta a hemoglobinei este alcătuită din 145 aminoacizi, iar gena respectivă ar trebui să aibă  $145 \times 3 = 435$  nucleotide. În realitate mărimea reală a genei este de 5000 nucleotide. Aceasta înseamnă un exces evident de ADN, datorită regiunilor non-informaționale. Pe lângă regiunile non-informaționale din regiunea centrală a genei, există de asemenea la capătul ei terminal o regiune mare de ADN non-informațional.

Această structură a genei în care alternează exoni și introni, poate fi explicată prin aceea că la eucariote pentru apariția de noi gene și respectiv noi funcții au fost necesare încercări repetate de duplicații a genelor, din care unele nereușite. Astfel, fuziunea în tandem a două copii ale unei gene a devenit posibilă datorită prezenței unor secvențe non-informaționale ce flanchează regiunile informaționale. Într-adevăr fuziunea în tandem a două regiuni informaționale are foarte puține șanse de a conduce la apariția unei gene unice funcționale în condițiile în care începutul celei de a doua trebuie să cadă exact la sfârșitul primei. Secvențele de nucleotide ce flanchează regiunile informaționale permit ca această cuplare să se facă fără prea multă precizie și deci cu șanse mari de succes. Rezultă deci o genă formată din doi exoni între care se încadrează o regiune non-informațională (intron).

Gena ce codifică regiunea constantă a catenei grele de imunoglobulină gamma de la șoarece cuprinde 4 regiuni informaționale (exoni) și 4 regiuni non-informaționale (introni). Cele 4 regiuni informaționale (exoni) notate  $ExC_1$ ,  $ExC_2$ ,  $ExC_3$  și  $ExH$  sînt constituite astfel: primele 3 sînt alcătuite din cîte 330 nucleotide ce codifică fiecare cîte 110 aminoacizi și care au o structură similară rezultînd din duplicația unei catene ancestrale, similară cu beta doi microglobulina; a patra regiune ( $ExH$ ) este mai mică, fiind formată din 40 nucleotide și plasată între  $ExC_1$  și  $ExC_2$ . Ea codifică o scurtă secvență de aminoacizi în catena grea a imunoglobulinei și care constituie o zonă de articulație a catenei, în care ea suferă o răsucire puternică. Această porțiune H este probabil copia unei secvențe semnal care controla secreția proteinelor adică eliminarea lor din celulă.

În ce privește  $\beta_2$  microglobulina ea este o proteină asociată moleculelor care marchează la suprafața celulelor identitatea imunologică a țesuturilor. Secvența de aminoacizi a acestei proteine de tip antigenic este similară cu unitatea de bază a moleculei de imunoglobulină care asigură apărarea imunologică (anticorpii). Aceasta înseamnă că funcția anticorpi a imunoglobulinei rezultă din funcția antigenică a  $\beta_2$  microglobulinei (antigen de histocompatibilitate).

Moleculele de imunoglobulină sînt tetrameri, adică provin prin asocierea a 2 catene grele și 2 ușoare. Atît în cele grele cît și în cele ușoare, unitatea de bază este o secvență de 110 aminoacizi, repetată de 2 ori în catenele ușoare și de 4 ori în cele grele. Se poate deci spune că dintr-o genă avînd o funcție antigenică a rezultat prin duplicație o genă cu o funcție anticorpi, deci o funcție complet nouă.



Un alt exemplu că prin duplicație apar gene cu funcții noi, îl constituie *hormonul de creștere* secretat de hipofiză și care provine prin duplicația genelor care determină sinteza enzimelor pancreatice, ce intervin în digestie și anume tripsina și chemotripsina.

Duplicația genelor se realizează prin două mecanisme de bază :

1 — poliploidizarea întregului genom

2 — crossing-overul inegal între o pereche de cromozomi, prin care unul dintre cromozomi posedă cele două gene alele, iar celălalt niciuna.

Astfel genele ce determină sinteza catenelor gamma ( $\gamma$ ) și delta ( $\delta$ ) ale hemoglobinei, rezultă prin duplicarea genei beta ( $\beta$ ). Aceste gene sînt dispuse în tandem pe cromozom în ordinea următoare : gamma, delta și beta. Aceasta înseamnă că duplicația s-a produs prin crossing-over inegal. Din contră, gena ce determină sinteza catenei alpha ( $\alpha$ ) rezultată tot prin duplicația genei beta ( $\beta$ ) este situată pe un alt cromozom. Această înseamnă că duplicația în acest caz s-a realizat prin poliploidizare.

La fel, genele ce codifică diferitele regiuni ale catenei grele de imunoglobulină sînt plasate în tandem pe un cromozom, în timp ce genele ce codifică catena ușoară se găsesc plasate pe alt cromozom, rezultînd deci că ele provin prin poliploidizare.

Poliploidizarea a avut un rol important în evoluție la plante, la animalele nevertebrate cu determinism genic al sexelor și chiar la vertebratele inferioare. De pildă, într-o familie de broaște există o specie diploidă *O. americanus* cu  $2n = 44$  și chiar o specie de broaște uriașe care se hrănesc cu rozătoare care sînt octoploide *Ceratophrynus dorsata* ( $2n = 104$ ).

La pești s-a observat de asemenea, în special la salmonide și ciprinite, că a avut loc un proces de tetraploidizare, urmat apoi de o diploidizare. Aceasta înseamnă că cei 4 cromozomi omologi, sînt distribuiți individual în gameți diferiți. S-a demonstrat că în timp ce mamiferele posedă 3 gene pentru catenele A, B și C ale enzimei lactat dehidrogenaza, somonii și păstrăvul au 6 gene : A și A', B și B', C și C'. Aceasta înseamnă că prin poliploidizare apar noi gene. La vertebrate cele mai numeroase experiențe de poliploidizare ale naturii s-au făcut la pești și amfibieni în timp ce evoluția spre mamifere s-a realizat nu prin noi duplicații ale genelor ci prin diferențierea unor gene.

O altă problemă interesantă privind genele eucariotelor, este că mutațiile pot afecta nu numai exonii ci și intronii. Astfel gena ce determină sinteza citocromului b este alcătuită din 4 exoni între care se găsesc 3 introni. Mutantele intronice prezintă întotdeauna deficiențe în funcția genei respective, diferite de cele provocate de mutațiile exonice. Aceste mutații intronice, determină blocarea diferitelor trepte în unirea exonilor și sinteza de ARNm.

P. Slonimsky (1981) a propus un nou element pentru expresia genei la eucariote denumit „ARN-ghid“ al cărui rol ar fi de a alinia segmentele exonilor într-o moleculă de ARNm normală și completă. Acest ARN-ghid ar fi deci un precursor al ARNm.

O altă ipoteză privind originea genelor din „bucăți“ este că ele au fost asamblate prin adăugarea unor exoni răspinși în întregul genom, fiecare dintre ei codificînd inițial o altă proteină.



Aparatul care împarte gena în bucăți există la toate eucariotele, astfel că se poate admite că el a existat și în prima celulă eucariotă. Mai mult, unii cercetători consideră că aparatul respectiv a existat și înaintea apariției eucariotelor, eventual chiar înaintea membranei celulare. După cercetările mai noi ARN-ul a fost materialul genetic primar în sistemul de replicare precelular. Existența unui astfel de aparat era avantajoasă deoarece permitea sinteza unor molecule variate, prin tăierea în bucăți a unei singure molecule de ARN. De altfel, se consideră că procariotele actuale care nu posedă acest mecanism, nu sînt reprezentate printre cele ancestrale, care au permis apariția eucariotelor acum cca. 2 miliarde de ani.

De altfel, o ipoteză recentă consideră că primele organisme celulare erau de tipul arhebacteriilor actuale care au gene în mozaic. Din acestea, ar fi apărut întâi eucariotele cu gene în mozaic și apoi procariotele de tipul eubacteriilor actuale, care în cursul evoluției au eliminat treptat ADN-ul non informațional, adică intronii și în felul acesta și-au mărit rata de creștere, ne trebuind să relice decît materialul genetic informațional.

La eucariote, aparatul de replicare al genelor s-a rafinat și organismele au evoluat astfel că sinteza unui ADN suplimentar non-informațional, nu are o semnificație deosebită în ce privește consumul de energie necesar acestei sinteze. Pe această bază s-a emis ipoteza că *genele primitive erau alcătuite din „bucăți“*. În ce privește intronii, ei n-ar fi decît „produse secundare“ în procesul de apariție al unor noi gene, respectiv a unor noi structuri și funcții, prin duplicația genelor.

*Intronii pot fi considerați „elemente genetice mobile“, similare transpozomilor care s-au inserat în cursul evoluției în anumite gene.* Această inserție s-a dovedit utilă pentru evoluția ulterioară a genelor. Deci intronii sînt un fel de relice ale evoluției. Prezența intronilor prezintă și avantajul că mărește frecvența recombinărilor genetice, secvențe de nucleotide separe putînd fi îmbinate într-un singur segment cu importanță adaptativă.

Ca urmare, mutante avantajoase ale unor exoni de la diferite alele ale unei gene, prin recombinare intragenică pot fi alăturate producînd astfel o nouă alelă dublu avantajoasă.

În concluzie se poate sublinia faptul că *genele de la eucariote au o structură moleculară mai complexă*, procesul de transcripție realizîndu-se în mai multe etape prin care se elimină segmentele intronice non-informaționale. Această structură discontinuă a genelor eucariote a permis evoluția mult mai rapidă a materialului genetic, apariția de noi gene și respectiv de noi funcții ale organismelor.

Studiul intronilor a arătat că ei nu sînt întotdeauna plasați exact în același loc din structura genelor pe de o parte, iar pe de altă parte în diverse gene unii introni au o structură similară. De aici a decurs ipoteza că ei sînt similari elementelor genetice mobile descoperite de B. McClintock la porumb acum mai bine de 40 de ani. Așa cum elementele genetice mobile pot circula în cadrul genomului, se pare că și intronii au o capacitate similară. Pe această bază s-a emis ipoteza că intronii avînd această posibilitate de a fi relativ mobili, participă la procesul de reglaj



genetic din celula eucariotelor și contribuie la funcționarea sau nefuncționarea unor gene în cursul diferențierii celulare. Unii introni de la eucariote pot probabil codifica proteine mesagere (m-proteines) cu rol în formarea ARNm și transferul său prin membrana nucleară. De altfel, această ipoteză a fost emisă și ținând seama că celula eucariotă este capabilă de diferențiere, spre deosebire de cea procariotă.

În cazul imunoglobulinelor și a unor virusuri cum sînt polioma și SV40, excizia intronilor variază în funcție de starea de diferențiere celulară. Ceea ce este intron într-un caz, poate deveni cel puțin în parte exon și viceversa. Datorită faptului că cel puțin unii introni codifică anumite proteine, se poate remarca faptul că o genă în mozaic poate codifica mai multe proteine. R. Evans și M. Rosenfeld, la Institutul Salk din California (S.U.A.), au constatat de pildă că o aceeași genă în mozaic de la șobolan codifică sau hormonul calcitonina în glanda paratiroidă, sau o neuropeptidă în hipofiză. Se poate deci conchide că patrimoniul genetic celular la eucariote are o structură mai fluidă, mai mobilă, spre deosebire de ceea ce se considera mai înainte.

În concluzie, se poate conchide că *genele discontinui au apărut foarte devreme în cursul evoluției* și că intronii nu sînt altceva decît „subproduse” rezultate în procesul de apariție a noi funcții prin duplicația genelor. Cu alte cuvinte, *intronii ar fi niște veritabile elemente genetice mobile, similare transpozomilor procariotelor, inserate în cursul evoluției în genele, care altădată erau nesegmentate*. Astfel de inserții au putut contribui la apariția genelor cu introni, foarte devreme în procesul de evoluție a vieții.

Un alt avantaj major al genelor din bucăți constă în faptul că existența unor astfel de gene mărește posibilitatea unei recombinări genetice eficiente. În sfîrșit se pare că intronii au funcțiuni necunoscute încă și că n-ar fi deci complet nefuncționali.

### Familii multigenice și pseudogene

Studiul genei ce codifică lanțul  $\beta$  al hemoglobinei umane, a arătat că ea este plasată pe cromozomul 6. În realitate, așa cum a arătat T. Maniatis la Universitatea Harvard (S.U.A.), există mai multe gene  $\beta$  care codifică diferite catene polipeptidice  $\beta$  și care sînt funcționale în diverse etape ale vieții embrionare precocă, foetale, copilărie și adult. Este vorba de 5 gene care sînt dispersate într-o regiune formată din 80 kb. În plus există și 2 pseudogene notate psi  $\beta_1$  și psi  $\beta_2$ , care sînt înrudite ca structură cu genele normale, dar care prezintă aberații astfel că ele nu codifică de fapt nimic. Din totalul de 80.000 perechi de nucleotide, numai cca. 3000 corespund exonilor genelor active, adică 4% din total. Este vorba de fapt de o familie multigenică. Genele ce codifică catena  $\beta$  a hemoglobinei sînt plasate pe cromozomul 11.

Un alt exemplu de familie multigenică este constituit de cele 25—35 gene ce codifică antigenele majore de histocompatibilitate de la șoarece. Genele ribozomale se găsesc și ele în sute de exemplare aproape identice, regrupate în diferite regiuni ale cromozomilor.



Familiile multigenice sînt utile pentru organism, deoarece astfel se poate sintetiza o cantitate mai mare de proteine sau se pot sintetiza proteine foarte înrudite, care determină mărirea variabilității organismelor și adaptarea lor mai eficientă la mediu.

La eucariote s-a constatat că în genomul lor există mari cantități de ADN non-informațional, reprezentat de secvențe repetate de nucleotide (ADN repetitiv), de secvențe ce separă genele și de introni. De pildă în genomul uman care conține cca. 50.000 de gene, numai 10—22% din ADN este de tip informațional. Pe măsura evoluției, s-a constatat că are loc o creștere a numărului de gene discontinui, spațiile intergenice devin mai mari, secvențele repetitive devin tot mai numeroase și se găsesc tot mai multe familii multigenice. Redundanta materialului genetic la eucariote, determină mari posibilități de variație a informației genetice.

Genomul eucariotelor n-are acea stabilitate de organizare clasică, ci o organizare mai fluidă care mărește variabilitatea organismelor și posibilitățile lor de evoluție. Au loc, ca urmare, nu numai schimbări reciproce de tipul crossing-overului, ci și schimbări nereciproce cu importanță evolutivă.

Existența familiilor multigenice constituie un motor evolutiv foarte puternic. Un exemplu de astfel de evoluție îl constituie genele ce codifică ARNr: între două specii vecine există diferențe semnificative, însă în cadrul aceleiași specii există cîteva sute de gene practic identice, apărute prin fenomenul de *amplificare genică*. Aceasta înseamnă că imediat ce o genă a fost duplicată, ea prezintă o mai mare putere de evoluție divergentă, comparativ cu mutațiile luate ca atare. Se realizează astfel o diversificare a genelor, care determină structuri și funcții noi ale organismelor. În cadrul unei specii se produce însă o organizare a secvențelor de nucleotide duplicate sau multiplicat, astfel că gena se poate găsi în sute sau mii de exemplare unice. Un astfel de fenomen a fost denumit, de către G. Dover de la Cambridge și T. Ohta de la Misima (Japonia), *evoluție concertată*.

Se poate conchide că genomurile eucariote au o dinamică internă și că modificările la nivelul ADN non-informațional se răsfrîng și asupra celui informațional. La nivel molecular nu acționează selecția naturală ci anumite constrîngeri fizico-chimice ale secvențelor de nucleotide, care afectează practic întreg genomul. După aceea, selecția naturală este aceea care conservă evident organisme cu un genom care le conferă anumite avantaje adaptative.



## RELATIA ENERGETICĂ RADIATIE SOLARĂ— SUBSTANȚA PLANETARĂ ȘI INCIDENTA EI ASUPRA MATRIEI VII

Conf. dr. DUMITRU DABA  
Institutul Politehnic „Traian Vuia” — Timișoara

Biologia clasică a remarcat de multă vreme importanța deosebită pe care o are lumina în procesele specifice materiei vii. Pentru plante observația este imediată, existența acestora fiind condiționată nemijlocit de procesul de fotosinteză. Animalele prezintă o autonomie de viață mult superioară, dar dezvoltarea lor este influențată într-un grad important și de contactul direct cu lumina. Astfel, se știe că menținerea timp îndelungat a animalelor la întuneric duce la anemie, tetanie, rahitism, că somnul este corelat cu absența luminii ș.a.; în plus, că simțul vederii, sensibil la lumină, furnizează peste 90% din informațiile provenite din exterior (P. C. Dodwell, 1973).

Față de aceste constatări, apare în mod firesc întrebarea: de ce tocmai *luminii*, domeniu extrem de îngust din spectrul atât de extins al radiației electromagnetice, îi revine acest rol privilegiat? De ce ne-a fost „dat” să vedem tocmai *această* înfățișare a lumii, când știut este că ea are atâtea altele, diferite și totuși la fel de reale, de „adevărate”? Dacă am vedea în ultraviolet (asemănător aparatelor tehnice de detecție), Soarele ne-ar apărea mărit, aproape în întregime acoperit cu pete întunecate și clocotind într-o veșnică agitație. El ar domina și atunci firmamentul înstelat, dar ar fi urmat de două stele nevăzute acum, apoi de vreo douăzeci de alte stele noi, în timp ce Luna, decăzută la mărimea a 5-a, ar fi aproape invizibilă. Un cer „nou”, desigur, dar imaginea lui în raze X ar fi și mai ciudată: Soarele s-ar reduce la coroana sa, imensa atmosferă externă, ca un inel luminos, încercuind o regiune întunecată presărată cu pete strălucitoare.

Un reputat astrofizician scrie cu privire la această problemă: „Este adevărat că Soarele emite și radiații UV, ba chiar și unele radiații X, însă atmosfera Pământului absoarbe aproape complet aceste radiații, împiedicându-le în felul acesta să ajungă pînă la sol. În consecință, viețuitoarele de pe pământ *n-au avut niciodată nevoie* (s.n.) să-și dezvolte organe de simț sensibile la aceste lungimi de undă” (F. Hoyle, 1971). Alte referiri deplîng „imperfecția” ochiului omenesc, limitarea, „infirmitatea” sa: „Am uitat oare trista infirmitate a simțurilor noastre? Infirmitate? Desigur! Mai degrabă a simțului nostru, din moment ce



pentru studiul universului mare și mic, al Cosmosului astronomic și al imperiului atomic, un singur simț contează, cel al vederii. Or, chiar și acesta, este teribil de limitat. Să ne gândim la fracțiunea deplorabil de mică pe care o percepem din radiația electromagnetică" (P. Rousseau, 1972).

S-ar părea, deci, că extensiunea redusă a spectrului nostru vizibil este particulară și întâmplătoare, ochiul omenesc nefiind suficient de evoluat. Sau, echivalent, că în alte condiții planetare, ființele ipotetice din Univers ar putea sesiza prin văz și alte game din spectrul radiativ situație în care ar „vedea” alte imagini ale Universului decât ființele terestre. Or, analiza atentă a determinării fizice a interacțiunii energetice radiație stelară — substanță planetară arată că aceste puncte de vedere, care situează simțurile în afara condiționării lor primitive, originare, nu sînt adecvate; că organele de simț și în particular ochiul sînt, din punct de vedere natural, ideale. El nu putea și, probabil, nu va putea vreodată (pe Terra sau în alt punct din Univers) să fie „perfectat”, în sensul de a percepe și alte game radiative (superioare) decât cea numită astăzi „vizibilă” \*.

### Niveluri structurale ale universului fizic și condițiile lor energetice de existență

Unul dintre rezultatele remarcabile ale științelor moderne îi constituie viziunea sistemic-dialectică asupra lumii. Universul nu este o colecție statică de lucruri și fenomene izolate, ci un minunat și coerent sistem structural devenit, evoluat prin propria-i mișcare. Imensul material faptic acumulat și sistematizat de știința ultimului secol a confirmat astfel, cu noi și noi argumente, profunda observație dialectică a lui Engels (1966): „Întreaga natură formează un sistem, un ansamblu coerent de corpuri, înțelegînd aici prin corpuri toate existențele materiale... Părțile discrete de diferite grade (atomii chimici, masele terestre, corpurile cosmice) reprezintă diferite puncte nodale care determină diferite moduri calitative de existență a materiei universale”.

Astăzi se știe (L. I. Ciplea, 1975) că cca 98% din substanța Universului există sub formă de plasmă stelară sau nebulară, această materie „degenerată”, amestec fabulos de particule elementare, nuclee și fragmente nucleare, electroni liberi și fotoni, a căror „zbatere” halucinantă implică temperaturi uriașe, de ordinul zecilor și chiar sutelor de milioane de grade. Se știe, de asemenea, că protonii și neutronii, „particule” constitutive ale nucleelor atomice, posedă ele însele o structură „granulară”, discontinuă. Energiile de legătură ale acestor entități subnucleonice (pe care R. Feynman le-a numit partoni) au valori uriașe, de ordinul a 20 GeV. În „reactoarele” termonucleare naturale ale stelelor mari se sintetizează continuu nuclee din ce în ce mai grele, începînd cu heliul, energia medie de legătură internucleonică fiind de „numai” 8 MeV.

---

\* Ușoara extensiune înspre ultraviolet a spectrului vizibil la unele animale, față de om, nu modifică esența acestei observații.



Prin ejectarea în spațiul galactic a materiei stelare (în urma exploziilor gigantice de tip supernovă), se realizează — în absența proceselor termonucleare — condiții energetice mult mai moderate și stabile, ce permit structurarea progresivă a nivelului superior, atomic, prin colectivizarea de către nuclee a electronilor pe niveluri energetice discrete (începînd cu nivelul K, cel mai profund, avînd energia de ordinul KeV și terminînd cu nivelul Q, cel mai slab legat, cu energii de ordinul eV). Aceleași condiții moderate au permis ca noile entități rezultate din automîșcarea materiei, să se reunească în mod diferențiat, datorită proprietăților electric-active ale învelișurilor lor electronice, ducînd la apariția unui nou „etaj” structural, cel molecular. Dacă atomii s-au „legat” covalent, energia de legătură este de  $(2 \dots 7)$  eV, iar dacă transferul electronilor între atomi este efectiv, legătura (de tip ionic) este ceva mai slabă:  $(0,1 \dots 5,2)$  eV. Asocierea unui număr uriaș de atomi/molecule a dus, în sfîrșit, la nivelul de organizare numit macroscopic, la mediile corporale planetare, cu stările de agregare solidă, lichidă sau gazoasă. Pentru transformarea solid-lichid sau lichid-vapori este necesară o energie și mai mică, de ordinul  $10^{-2}$  eV/particulă.

Rezumativ, „istoria” substanței planetare, în particular terestre se poate reprezenta, deci, ca în tabela 1:

Tabela 1

Nivel structural	Energie de legătură [eV/particulă]
mediu corporal ↑	$10^{-2}$
moleculă ↑	$10^{-1} \dots 7$
atom ↑	$3,9 \dots 10^3$
nucleu ↑	$8 \cdot 10^6$
nucleon ↑	$2 \cdot 10^{10}$
parton ↑	$> 10^{10}$

Ea relevă faptul remarcabil că nivelurile structurale ale realității fizice nu trebuie privite doar ca „alăturate”, coexistînd local și temporar (în condițiile energetice planetare — moderate și stabile), ci și ca autentice etape succesive („înseriate”) dintr-un proces evolutiv, ale cărui secvențe se desfășoară și acum în diverse puncte ale Universului. Dovada directă a acestei deveniri o constituie diminuarea progresivă a stabilității energetice a nivelurilor odată cu avansarea poziției lor, deoarece energiile de legătură ale nivelurilor superioare au fost asigu-



rate prin cote părți din energiile nivelurilor deja constituite. Este impresionant faptul că acest „drum“, pentru parcurgerea căruia naturii îi trebuiesc miliarde de ani, a fost străbătut de cunoașterea umană doar într-un (ultim) secol. Și aceasta în condițiile în care înaintarea a avut loc în sens „invers“ față de natură, prin depășirea succesivă a unor bariere energetice din ce în ce mai mari.

Aceeași schemă dialectică arată că nivelurile structurale s-au succedat prin acumulare cantitativă și salt calitativ, legitate universală a oricărei dezvoltări, ceea ce conferă fiecărui nivel nou o formă calitativ-specifică de mișcare a materiei, superioară sub raportul complexității și al diversității fenomenologice, dar ireductibilă la formele inferioare, pe care se bazează (subordonându-le). Înseamnă că „viața“, forma de mișcare supremă cunoscută în natură, trebuie să fie în mod necesar — și este — cea mai instabilă dintre toate formele de mișcare ale materiei, ireductibilă la mișcarea fizico-chimică a materiei nevii. Ea a apărut ca rezultat al interacțiunii energetice radiație stelară — substanța planetară și în condițiile cu totul particulare ale Terrei, de „limitare“ superioară a acestei conexiuni.

### Radiația electromagnetică și proprietățile sale energetice

Spre deosebire de forma de mișcare corporală, substanțială a materiei planetare, accesibilă — la nivel macroscopic — în mod nemijlocit simțurilor, câmpurile fizice ale planetei (cel gravitațional, electric și magnetic) nu intră sub incidența acestora. Faptul explică de ce cunoașterea acestor realități fizice a întârziat atât de mult, deși întreaga fenomenologie corporală a planetei se desfășoară în prezența lor. Absența unor organe de simț specializate pentru perceperea câmpurilor obține, credem o explicație firească prin lămurirea problemei reciproce: de ce s-au structurat simțurile existente? Răspunsul firesc pare a fi că ele detectează acei factori de mediu (lumină, sunet, stare termică etc.) care *variază* în limite largi, putând să compromită — în absența rețelei — însăși existența organismului viu. Or, câmpurile Terrei sînt prezente fizice practic invariabile\* la nivel planetar.

Cu totul alta este situația în cazul radiației electromagnetice stelare, factor de mediu extern ce variază local în limite extrem de largi (datorită rotației proprii a planetei). Este absolut firească, deci structurarea simțului văzului pentru detectarea sa (Engels spunea: „*Lumină și întuneric* este, cu siguranță opoziția cea mai strigătoare, cea mai netă din natură...“). Pentru a răspunde întrebării mai vechi de ce tocmai „lumina“ este cea detectată din spectrul radiativ stelar atât de extins, este necesară considerarea proprietăților energetice ale acestei radiații.

Teoria clasică a electromagnetismului explică faptul că la nivel macroscopic radiația stelară are proprietăți ondulatorii, „unda electromagnetică“, purtătoare de energie și impuls, putîndu-se propaga și prin „vidul“ interstelar, lipsit practic de substanță. Asemenea sursei sale corporale, materia radiativă posedă însă și o microstructură, elementul

---

\* Micile diferențe în raport cu latitudinea geografică sau cu starea electromagnetică a planetei nefiind de natură să afecteze într-un mod determinant existența organismelor VII.



constitutiv fundamental fiind entitatea numită foton, a cărui energie  $E$  este corelată direct cu frecvența  $\nu$  a unde prin cunoscuta relație  $E = h\nu$  ( $h$  — constanta lui Planck). În același ultim secol, omul a reușit să reproducă în laborator practic întreg spectrul radiativ natural. Tabela 2 prezintă acest spectru, cu secțiunile sale convenționale de frecvențe, precum și energia/foton corespunzătoare:

Tabela 2

Radiația		$\nu$ Hz	$E$ eV/foton
Frecv. industrială		50	$2 \cdot 10^{-13}$
Unde hertziene		$10^4 \dots 10^{11}$	$10^{-9} \dots 4 \cdot 10^{-1}$
Optică	infraroșie (IR)	$10^{11} \dots 10^{14}$	$10^{-11} \dots 10^{-4}$
	vizibilă (V)	$4 \cdot 10^{14} \dots 8 \cdot 10^{14}$	1,65 ... 3,3
	ultravioletă (UV)	$10^{15} \dots 10^{17}$	$3,3 \dots 10^2$
Röntgen (X)		$10^{16} \dots 10^{19}$	$10 \dots 10^4$
Gamma ( $\gamma$ )		$10^{18} \dots 10^{22}$	$10^3 \dots 10^7$
Cosmică		$> 10^{22}$	$> 10^7$

**Impactul radiație stelară—substanța planetară  
și particularitatea sa terestră**

Autostructurarea progresivă a substanței planetare se produce sub „tirul” neîntrerupt al radiației fotonice stelare, capabilă ca de la o anumită valoare a energiei fotonilor incidenti să desfacă unele conexiuni abia realizate (inter sau intraatomice\*). Comparînd șirul energiilor de legătură cu cel al energiilor fotonice (tabela 1 cu 2), se deduce că această acțiune „distructivă” se manifestă începînd cu radiația UV (cel mai mic potențial de primă ionizare al elementelor din tabelul periodic fiind cel al cesiului — de 3,89 eV adică UV apropiat). Înseamnă că zona spațială de impact se caracterizează printr-o puternică instabilitate, determinată de „jocul” între descompunerile produse de radiația UV sau X și re-compunerile corespunzătoare. Este evident că în această zonă devine (practic) imposibilă structurarea aceluia fascinant hipersistem macromolecular care este celula vie (situație existentă la suprafața sateliților naturali și a planetelor fără atmosferă sau a căror atmosferă este transparentă pentru radiația ionizantă).

Condițiile cu totul particulare ale Terrei (în primul rînd prezența stabilă a oceanului planetar, urmare directă a mărimii și poziției planetei față de Soare) au permis „mutarea” zonei de instabilitate de la suprafața Pămîntului în straturile superioare ale atmosferei sale, puternic absorbante pentru secțiunile radiative ionizante și transparente pentru

\* Probabilitatea ciocnirii nucleelor de către fotoni  $\gamma$  este extrem de mică. Oricum fenomenologia planetară este, în principal, rezultatul dinamicii învelișurilor electronice periferice.



rest. Aici vaporii de apă sînt descompuși prin fotoliză de radiația UV (energia necesară disocierii celor două legături O—H ale moleculei de apă fiind de 4.8 eV, adică UV apropiat). O altă sursă de atomi de oxigen o constituie moleculele de oxigen din atmosfera înaltă, disociate în urma absorbirii unui foton din UV îndepărtat. Combinarea atomilor din moleculele de oxigen conduce la formarea ozonului, ale cărui molecule se pot redescompune, fie printr-o nouă reacție fotochimică (cu absorbție din UV apropiat), fie prin combinare cu atomul de oxigen.

Reacțiile fotochimice de producere și descompunere a ozonului (ce au loc în „stratul de ozon”, situat între 25 și 45 km altitudine) absorb, prin urmare, practic întreaga secțiune ionizantă din radiația solară, care atinge suprafața Pămîntului cu compoziția (S. Longhin, A. Popescu, 1972) : 64% — infraroșie, 35% — vizibilă și (doar) 1% — ultravioletă. Concluzia remarcabilă este aceea că unul din factorii determinanți în apariția, dezvoltarea și conservarea vieții pe Terra l-a constituit existența „ecranului” ozonosferic protector. Observația firească, ce decurge direct, este atunci aceea că organismele vii, sisteme prin excelență „deschise” (în sensul lui Bertalanffy), trebuiau să prezinte efecte induse (de reacție) maxime la cea mai energizată dintre secțiunile radiației incidente la sol, adică la „lumini”. Fotosinteza plantelor și vederea animalelor sînt, prin urmare, rezultatul direct al acestei universale determinări biofizice (care înlocuiește, în felul acesta, justificarea principală dată de Engels „imperfecțiunii” văzului nostru : „Un ochi care ar percepe toate razele nu ar vedea, tocmai din această cauză, absolut nimic”/

Rămînînd la cadrul natural al vieții, se constată că deși atît de redusă, incidența secțiunii UV reprezintă, mai ales în zonele geografice puternic însoțite, principalul factor carcinogenetic uman. Dacă din totalul cancerelor, cele cutanate reprezintă doar 15—20%, în Australia, spre exemplu, ponderea acestora se ridică pînă la 50—70% (Al. Dimitrescu, 1975). În general, frecvența cancerului pielii crește pe măsura apropierii de ecuator, dublîndu-se la fiecare 4° latitudine.

Ținînd seama de faptul că cercetările de radiobiologie indică (I. Nicolae, A. Nasta, 1975) o incidență maximă a efectului mutagen pentru radiația UV avînd frecvența în jur de  $10^{15}$  Hz (adică 4,3 eV/foton), se poate aprecia ca fiind „la limită” protecția oferită de atmosfera terestră față de radiația solară ucigătoare. Este suficient să se imagineze ce s-ar întîmpla dacă atmosfera n-ar mai filtra secțiunea radiativă doar cu ceva mai energizată, de 4,8 eV/foton. Cum s-a amintit, ea ar descompune moleculele de apă, element constitutiv fundamental al materiei vii (între 65 și 96% din masa celulei, în funcție de tipul și vîrsta acesteia), fapt ce ar însemna, desigur, dispariția vieții înseși\*.

Rezultă, implicit, necesitatea stringentă de a nu perturba acest echilibru natural fragil, care odată alterat ar conduce inevitabil la urmări tragice. Este unul dintre marile semnale de alarmă ale „științelor vieții”, în fața invaziei factorilor artificiali perturbatori, din ce în ce mai numeroși și incisivi.

---

\* Se știe că ionizarea locală spontană generează o undă de șoc, ce polarizează biostructura învecinată, cu efecte secundare devastatoare (M. D. Nîcu, 1975).



## ASPECTE ALE BIOSINTEZEI ȘI BIOTRANSFORMĂRII SUBSTANȚELOR UTILE „IN VITRO“

ION I. BĂRA, FANI COFLER, GABRIELA ALEXANDRESCU,  
MARIA CARAGHIN, CRISTINEL ZANOAGA

Centrul de cercetări biologice — Iași

Este din ce în ce mai evident și deconcertant, totodată, faptul că pe Terra, prin mijloacele oferite de agricultura clasică, nu se va mai putea asigura la cote optime necesarul de alimente, medicamente, cosmetice, fibre etc. Se impune, tot mai stringent, găsirea și introducerea în circuit a noi resurse dar, mai ales, revoluționarea tehnicilor de exploatare a resurselor convenționale, continua lor regenerare și ameliorare.

În contextul deloc optimist generat de epuizarea resurselor și poluarea accentuată a mediului ambiant, lansarea unor tehnici noi, promițătoare prin fiabilitatea și lipsa lor de agresivitate, are darul de a trezi speranțe și menține încrederea în spiritul creator al lui *Homo sapiens*.

Este, de acum, clar faptul că prin culturile de țesuturi și celule „in vitro” s-au deschis șanse nebănuite pentru obținerea de noi genotipuri, cu calități biologice și bioproductive de excepție, se asigură stocarea și multiplicarea soiurilor valoroase, devirozarea plantelor, hibridările interspecifice și intergenerice îndepărtate etc. În materialul prezent ne vom referi la unele aspecte implicate de această modernă ramură a cercetării biologice, circumscrisă biotehnologiei și anume: biosinteza și biotransformarea unor substanțe cu utilitate farmaceutică.

Pe baza lor se prefigurează o industrie a viitorului, nepoluantă și eficientă, pe care o putem denumi fără riscuri bioindustrie.

Dar, înainte de a prezenta câteva dintre realizările acestui modern și dătător de speranțe domeniu al științei, ne propunem un comentariu de ordin genetic și general biologic, indispensabil pentru interpretările și concluziile ulterioare.

Reamintim că, prin fenotip se înțelege reflectarea rezultantei interacțiunii dintre genotip și mediu. Totodată, este cunoscut că, uneori, fenotipuri similare adăpostesc genotipuri diferite (a se vedea, în acest sens, expresia fenotipică identică a heterozigoților și homozigoților în cazul dominantei complete). Nu este mai puțin adevărat și reversul — în condiții de mediu diferite, același genotip poate etala fenotipuri diferite, în cadrul normelor de reacție individuală, populațională și specifică. Pe de altă parte, în conformitate cu teoria sistemică a orga-



nizării și funcționării materiei, sistemele vii sînt sisteme deschise, caracterizate prin conținut informațional și integralitate. Integralitatea unui individ (sistem individual) este cu atît mai mare cu cît diferențierea și specializarea țesuturilor și organelor sale este mai mare. Sensul evoluției sistemelor biologice este spre eterogenitatea optimă și integralitate maximă, caracteristici care le asigură un conținut informațional optim.

Sub aspect strict biologic, studiul integralității a etalat relații extrem de subtile între structură și funcție (Botnariuc, 1976), în sensul că raportul dintre structura și funcția unui sistem oarecare nu rămîne constant ci se modifică în dependență de relațiile ce se stabilesc între respectivul sistem și alte sisteme.

Revenind la ideile anterioare facem următoarele precizări. Este lesne de imaginat că în culturile de țesuturi și celule „in vitro” se pot asigura condiții strict uniforme și identice, pe lungi perioade de timp, pentru totalitatea variantelor luate în studiu.

Pe de altă parte, fiecare individ vegetal (din care se prelevă un explant pentru cultura „in vitro”) fiind rezultanta dezvoltării unui zigot, deci a unei singure celule, conține aceeași informație genetică în totalitatea celulelor sale. Prin urmare, un explant ar trebui să se comporte identic, indiferent de origine (rădăcină, tulpină, frunză, aparat floral etc.). Evident, cu excepția celulelor sexuale. Acestea posedă doar 1/2 din bagajul de gene al unei celule somatice. Datorită mecanismelor recombinant-genetice asigurate de meioză, diferențele dintre celulele sexuale pot fi substanțiale.

Ținînd cont de precizările de ordin genetic și general biologic făcute anterior, între comportarea aceluiași grup de celule in vitro și in vivo trebuie să apară diferențe considerabile. Funcția unei celule, conform teoriei sistemice, se poate modifica în dependență de relațiile pe care le va stabili cu alte celule, altfel spus de gradul integrării ei cu sistemele imediat superioare: țesut, organ, individ. În acest context pare firească o comportare diferențiată a uneia și aceleiași celule in vitro și in vivo, precum și comportarea identică a celulelor de origine diferită, care aveau cu totul alte diferențieri și specializări, in vitro. Dar să vedem cum se respectă sau se infirmă aceste legități în condițiile concrete de experiment. Ne vom referi la cîteva exemple doar, reamintind încă odată că sinteza unor produși ai metabolismului secundar „in vitro” a înregistrat, deocamdată, doar progrese parțiale. Chiar in vivo, unii dintre compușii cunoscuți sub numele de metaboliți secundari sînt produși de foarte puține specii (Luckner & co., 1977), uneori de un singur soi al unei specii (Dodds & co., 1985). În categoria acestor substanțe sînt incluși alcaloizii, antibioticele, uleiurile volatile, rezinele, taninurile, glucozizii cardiaci, sterolii și saponinele.

Și totuși, care sînt motivele ce mențin un înalt interes pentru această categorie de substanțe? Redate pe scurt acestea ar fi următoarele: în ciuda marilor progrese înregistrate de chimia organică, substanțele menționate fie că nu pot fi sintetizate artificial, fie că sinteza lor pe această cale este deosebit de costisitoare. Evident, principala sursă de materii prime rămîn plantele. Atunci, în mod firesc, se naște a doua întrebare. De unde interesul pentru culturile „in vitro”? În



ultimul timp, în agricultura mondială, s-au petrecut schimbări mari, atât sub raportul prețului de cost cît și sub cel al suprafețelor disponibile pentru cultura plantelor medicinale, concomitent cu secătuirea potențelor productive în populațiile spontane ale respectivelor specii. Aceasta fiind realitatea, se caută cu insistență noi căi, noi modalități de rezolvare a problemei. De aici, interesul în continuă creștere pentru culturile de țesuturi și celule.

Astfel Klein (1960), Nickell (1962), Puhon & co. (1970), Alferman & co. (1978) etc., au considerat că biosinteza unor principii active prin culturi de țesuturi sau celule „in vitro” este fezabilă și recomandă, în acest sens, o serie de tehnici concrete și formule adecvate de medii de cultură. Staba (1977) prezintă chiar cîteva patente de producere a diversilor metaboliți, dintre care amintim : alergenii, diosgenina, L-dopa, ginsenosidele și glicir-rhizina — toate prin intermediul culturilor celulare.

Totuși, deocamdată, rezultatele încă nu au atins estimările entuziaste ale începutului. S-a constatat că, în cele mai multe cazuri, culturile „in vitro” nu produc nimic din ceea ce produc plantele intacte sau, dacă produc, produc în cantități infime, uneori greu decelabile. Alteori, prin tehnica culturilor in vitro s-au obținut substanțe noi, necunoscute în planta intactă, substanțe al căror rol încă nu a fost definit pentru farmacie, cosmetică sau alimentație.

Din multitudinea speciilor de plante medicinale, doar cîteva au etalat producție certă de principii active „in vitro”. la nivel cel puțin egal cu producția etalată de planta intactă. S-a identificat nicotină în culturi celulare de *Nicotiana rustica* (Tabata & co., 1976), serpentină la *Catharanthus roseus* (Döller & co., 1976), antrachinone în culturi celulare de *Morinda citrifolia* (Zenk & co., 1975), diosgenină în culturi de *Dioscorea deltoidea* (Kaul & co., 1969), tebaină în cazul culturilor de *Papaver bracteatum* (Kamimura & co., 1976), inhibitori ai proteinazelor în culturi de *Scopolia japonica* (Misawa & co., 1975), precum și saponine în suspensii celulare de *Panax ginseng* (Jhang & co., 1974), fenoli și flavonoli la *Acer pseudoplatanus* (Westcott & co., 1976), sau cumarine și derivați alcaloidici la *Ruta graveolens* (Steck & co., 1971).

Din păcate, deși s-au efectuat multiple investigații, încă nu a fost pusă în evidență prezența alcaloizilor de tip morfinic în culturi statice sau suspensii celulare de *Papaver somniferum* (Gyeresy & co., 1982 ; Schunchman & co., 1983 ; Băra & co., 1985). Ținînd cont și de faptul că rata acumulării de biomasă în culturile „in vitro” este extrem de lentă și că există o corelație inversă între aceasta și producția de metaboliți secundari, tehnica culturii in vitro capătă un grad de dificultate în plus.

Explicațiile avansate pentru incapacitatea culturilor celulare „in vitro” de a produce principii active au fost dintre cele mai diverse și, după opinia noastră, nesatisfăcătoare. Unele dintre acestea avansează ideea conform căreia in vitro se manifestă o competiție între procesele căilor metabolice primare și secundare — competiție pentru aminoacizii necesari în formarea proteinelor, alcaloizilor și fenilpropanoizilor (Aitchison & co., 1977). De aici s-a născut ideea de a introduce precursori în mediul de cultură, cu scopul de a favoriza producția de metaboliți



secundari. Dar rezultatele nu au fost, nici de această dată, pe măsura aşteptărilor.

Considerăm că o bună înţelegere a fenomenului poate fi asigurată printr-o aplicare consecventă a principiilor teoriei sistemice relative la integralitatea şi eterogenitatea internă a sistemelor biologice, aşa cum am precizat şi în prima parte a acestui material. S-au făcut şi încercări de selecţie şi izolare a unor linii celulare cu productivitate crescută în principii active (Tabata & co., 1978), dar instabilitatea culturilor celulare în producerea de metaboliţi secundari, instabilitatea lor citogenetică (număr şi tip de cromozomi) etc., a îngreuiat şi realizarea acestor programe. Sînt linii celulare care-şi pierd capacitatea de a sintetiza metaboliţi secundari după o cultivare pe termen lung in vitro. În concluzie se poate afirma că, deocamdată, preţul de cost al unei unităţi de produs este (cu cîteva excepţii) net superior în condiţiile culturii in vitro, fapt care face această tehnică necorespunzătoare şi necompetitivă. Poate doar pentru producerea unor compuşi extrem de rari şi deosebit de scumpi, această metodologie de lucru poate fi luată în considerare (Zenk, 1978).

Biotransformarea reprezintă o altă cauză a menţinerii interesului pentru culturile de celule şi ţesuturi in vitro. Se estimează că există posibilităţi de transformare a unor produşi metabolici sau chiar a unor substanţe chimice artificiale, în compuşi finali cu utilitate practică (farmacie, cosmetică, alimentaţie etc.), transformare care în condiţii industriale ar fi costisitoare sau inefficientă. Biotransformarea s-a dovedit eficientă într-o multitudine de reacţii, dintre care menţionăm: hidroxilarea, glicosilarea, dehidrogenarea, hidrogenarea, adiţia de carbon, ruperea legăturilor carbon-carbon, deschiderea unor lanţuri sau cicluri etc.

Dar, pînă în prezent, cele mai interesante realizări, în acest domeniu, au fost semnalate în hidroxilarea digitoxinei (sau derivaţii ei beta-metilici) (Zenk, 1978). Cea mai mare diversitate biochimică a fost etalată de diferite varietăţi de *Digitalis lanata* selectate pentru a fi utilizate în glicozilare, hidroxilare, acetilare şi demetilare. Acest proces este, fără îndoială, deosebit de atractiv, întrucît digitoxina poate fi convertită în digoxină.

Heins (1978) a reuşit să selecţioneze linii celulare de *Digitalis purpurea* capabile de biotransformare a cardenolidelor — a observat glicosilarea, C<sub>16</sub> hidroxilarea şi, la *Digitalis lanata*, beta-hidroxilarea la C<sub>12</sub> prin adăugarea (în mediul de cultură) digitoxinei altor componente ai săi. Suspensiile celulare, în cel de al doilea caz, au fost obţinute din explante de tulpini şi antere, de la plante al căror conţinut în digoxină atingea 0,4% în frunzele uscate. Wahl (1978), adăugînd beta-metildigitoxină într-un fermentator cu suspensii celulare de *Digitalis lanata*, a constatat reacţii de biotransformare a acesteia la beta-metildigoxină, prin 12-beta-hidroxilare şi o demetilare şi glicosilare la purpureoglicosidul A.

Aviv şi Galum (1978), utilizînd suspensii celulare de *Mentha* au reuşit biotransformarea pulegonei la izomenthonă, direct proporţional cu timpul de incubare. Autorii au ajuns la concluzia după care conversia este specifică şi că ea poate fi corelată cu compoziţia chemotipului de la care au fost derivate liniile celulare.



Yagen & co (1978) au reușit să obțină biotransformarea progesteronului în culturi celulare de *Lycopersicon esculentum*, *Vinca rosea*, *Capsicum frutescens*, *Nicotiana tabacum*, *Daucus carota*, *Phaseolus vulgaris* și *Cucumis melo*. În cultura de *Lycopersicon esculentum*, de pildă, s-a constatat producerea a 2—3% 20 alfa-hidroxiprogesteron, pe cind culturile celulare de *Capsicum frutescens* au fost capabile de a asigura convertirea a 60—90% din progesteron în 20 alfa-hidroxiprogesteron.

Teoretic vorbind, o mare importanță ar putea avea biotransformarea unor precursori în alcaloizi care, în mod normal, nu se găsesc în plantele de la care provin culturile in vitro. Un exemplu: în suspensii celulare de *Ruta graveolens* s-a introdus 4-hidroxichinolină-2. S-a constatat că suspensia celulară a transformat, cu înaltă eficiență, respectiva substanță în dictamină și 8-metaxidictamină.

Desigur, lista exemplelor este foarte restrînsă. Cazurile „fericite” în care se manifestă procesele biosintezei sau biotransformării sînt încă puține. Dar, nu trebuie uitat că acest tip de cercetări se află la început și că progresele au fost constante. A nu se uita că nu se stăpînesc încă toate aspectele problemei, că nu i se cunosc toate implicațiile. Ceea ce astăzi poate părea insurmontabil, mîine poate deveni nu numai fezabil ci și deosebit de eficient.



## ORIGINEA ȘI EVOLUȚIA CELULELOR EUCARIOTE

Lector dr. N. TOMA, prof. dr. I. ANGHEL  
Facultatea de Biologie, Geografie, Geologie — București

„Nu știm absolut nimic despre condițiile care domneau pe globul nostru acum două miliarde de ani, despre starea în care se găsea materia etc. Poate că atunci nașterea vieții era cu mult mai probabilă decât am îndrăzni să ne închipuim, extrapolând în trecut datele prezentului. Poate că materia poseda proprietăți azi dispărute legate de o anumită stare a Cosmosului, corespunzând unui anumit stadiu de expansiune a Universului... În orice caz, toate frumoasele noastre raționamente și calcule riscă să treacă pe alături de esențial”. (Jean Rostand, „La vie”, 1962)

Originea și evoluția lumii vii constituie, neîndoielnic, probleme teoretice fundamentale ale biologiei, investigate cu multă asiduitate de-a lungul întregii istorii a existenței umane. Interesul deosebit al oamenilor de știință față de aceste probleme centrale ale biologiei se explică prin implicațiile lor majore pe plan gnoseologic și euristic, descifrarea „misterelor” viului depinzând în mod decisiv de elucidarea mecanismelor care au condus la emergența și perpetua devenire a lumii vii. Sînt încă în actualitate datorită multiplelor necunoscute pe care le cuprind și care se cer a fi rezolvate pentru o nouă revoluție în gîndirea biologică.

Evident, procesele apariției și evoluției vieții pe Terra au primit în timp, în funcție de gradul de cunoaștere umană, diverse (adesea contradictorii) interpretări, concepțiile actuale fiind rezultate ale unei vaste acumulări de date științifice.

Corelarea datelor faptice cu deducțiile logice a statuat concluzia că apariția vieții și evoluția biologică nu sînt fenomene întîmplătoare ci consecința logică a mișcării și organizării materiei în natură, (aspecte particulare ale dezvoltării universale a materiei). Odată cu geneza materiei vii s-a declanșat un întreg arsenal de procese și fenomene care au condus la autoperfecționarea și diversificarea continuă a sistemelor vii a căror evoluție, derulată cu intensitate diferită în cele circa patru miliarde de ani, s-a materializat prin formarea unui număr infinit de tipuri biologice și a culminat cu apariția speciei raționale, *Homo sapiens*.



Un rol decisiv în evoluția viețuitoarelor l-a avut selecția naturală, care acționând după principiul „eroare-eliminare-avantaj-selectiv-generalizare” a condiționat perfectibilitatea (nu și perfecțiunea) adaptărilor, „armonizarea” sistemelor biologice cu condițiile mediului ambiant. Finalitatea tuturor organismelor vii este progresul, mersul spre perfecțiune, care să le permită o explorare și exploatare cât mai eficientă a condițiilor habitatului. Așadar, ținta principală a evoluției este adaptarea. Aceste procese fascinante, de maximă complexitate — evoluția și adaptarea — sînt strîns interdependente în sensul că evoluția este adaptativă, iar adaptarea este evolutivă; adaptarea nu este numai efectul ei și cauza evoluției.

### Geneza vieții este încă un „mister”

„...Marea dificultate, astăzi, nu este evoluția din momentul în care a existat ceva viu. Cel mai greu este de precizat cum s-a ajuns la prima celulă. Aceasta creează probleme absolut diabolice” (François Jacob, „La logique du vivant. Une histoire de l'hérédité”, 1972).

Cu postulatul celebrului genetician francez F. Jacob, biologii, biochimistii și alte categorii de cercetători sînt unanim de acord, perioada cea mai obscură din lunga istorie a pămîntului fiind a evoluției chimice. Nici una din ipotezele formulate și nu puține la număr (a *coarcevatelor* — Oparin, 1924; a *proteinoidelor* — Fox, 1969, 1973; a *plasmei rece* — Simionescu și Denes, 1980, 1983; a *plasmei dirijate* — Barbierii, Orgel, 1973; Crick, 1983; a *ribotipului* — Barbierii, 1981 ș.m.a.) nu au reușit să ne formeze o imagine clară, solid argumentată, neechivocă asupra mecanismelor care au „impulsionat” organizarea treptată a materiei și au condus la apariția primelor forme de viață.

Cu toate acestea istoria apariției și evoluției vieții pe Terra nu poate fi înțeleasă decît ca o mișcare progresivă a moleculelor care a condus la constituirea și transformarea în cursul timpului a unor forme primitive de organizare a lumii vii pînă la imensa diversitate și complexitate a celor care alcătuiesc în prezent biosfera.

### Primele forme de viață aveau o organizare celulară

Vasta majoritate a biologilor sînt de părere că apariția vieții coincide cu edificarea organizării celulare, celula fiind unitatea structural funcțională elementară a materiei vii. Celula trebuie înțeleasă ca o devenire, ca rezultată a unui proces de mișcare progresivă prin care subunitățile componente aflate într-o ordine internă integrată ca și celula însăși se constituie și se transformă la intervale precise ale timpului.

Celula are o organizare complexă, organizare dinamică și sistemică, constituind cadrul minimal necesar desfășurării proceselor vitale. Componentele sale sînt strîns interrelate structural-funcțional asigurînd in-



tegralitatea sistemului, care se află în stare de echilibru cu mediul înconjurător... Viața nu se manifestă în afara organizării celulare\*.

La întrebarea cînd a apărut viața pe pămînt (?) cel mai argumentat răspuns ar fi acum circa 4 miliarde de ani, moment care marchează debutul evoluției biologice al cărui sens este unic, cel al progresului neconținut, materializat prin geneza unui număr infinit de tipuri de organizare, multe existente în biosfera actuală, altele demult dispărute (fig. 1).

### Primele organisme au avut o organizare procariotă

„Microfosilele din șisturile silicioase, abundente și larg răspîndite în timp și spațiu sînt dovezi incontestabile că vîrsta de aur a procariotelor a fost cu mult înaintea apariției animalelor“ (L. Margulis, „*Symbiosis în cell evolution*“ 1981)

Disponem în prezent de numeroase date care sugerează că primele organisme care au apărut pe pămîntul au fost de tip procariotic, iar timp de circa două miliarde de ani au fost singurii „locuitori“ ai planetei.

Pentru caracterul primordial al procariotelor pledează în primul rînd datele furnizate de cercetările paleomicrobiologice. Cele mai vechi și mai studiate roci sînt șisturile silicioase (cuartizele) din regiunea Swaziland, de lîngă Barberton, din Africa de Sud, unde au fost depistate unele structuri interpretate ca fosile de microorganisme procariote (bacterii și alge albastre), unele sugerînd chiar diviziunea. Microfosilele din formațiunea Fig Tree din regiunea Swaziland, avînd o vechime de circa 3,2—3,4 miliarde de ani au fost descrise sub denumirea de *Archaeosphaeroides babertonensis* (Pflug, 1967), *Eobacterium isolatum* (Bargheara și Schopf, 1966) și *Nostocites vesiculosa*. Microfosile ale bacteriei *Metallogenium persoratum*, vechi de 2,8 miliarde de ani, au fost descoperite în unele roci sedimentare din Rhodesia. Microfosilele din șisturile silicioase, de vîrste diferite, larg răspîndite pe glob sînt dovezi incontestabile că viața de aur a procariotelor a fost cu mult mai înaintea apariției primelor eucariote.

---

\* În literatura de specialitate sînt consemnate și alte opinii: „Viața a apărut odată cu formarea abiotică a uneia sau mai multe gene“ (Müller, 1929); „Viața a apărut de la cîteva gene „nude“, respectiv de la molecule de ADN apărute spontan în oceanul primitiv“... care la un moment dat au început să se replice producînd copii ale lor“ (Dawkins, 1976); „Viața a apărut pe pămînt odată cu strămoșii ribotipurilor actuale (prin ribotip autorul definește sistemul ribonucleoproteic ale fiecărei celule, care are ca structură definitorie — ribozomii)“ (Barbieri, 1981).

În exprimarea opțiunii pentru una sau alta din definirea unității structurale a viului trebuie să se aibă în vedere că acizii nucleici nu-și pot manifesta funcțiile lor auto- și heterocatalitice decît în contextul unor procese metabolice catalizate și orientate de activitate unor proteine-enzime. Lipsindu-le funcția metabolică, acizii nucleici nu se pot opune acțiunii entropice a mediului și în consecință nu se pot conserva ca sisteme deschise. Prin urmare, biostructura este consecința interacției structural-funcționale între proteine și acizi nucleici. Acizii nucleici conțin posibilitatea autoreproducerii informației genetice prin autoreplicare, iar enzimele, prin capacitatea lor catalitică transformă posibilitatea în realitate. Nici proteinele singure nu pot asigura continuitatea vieții deoarece nu se pot autoreproduce. Numai ADN singur nu reprezintă viața.



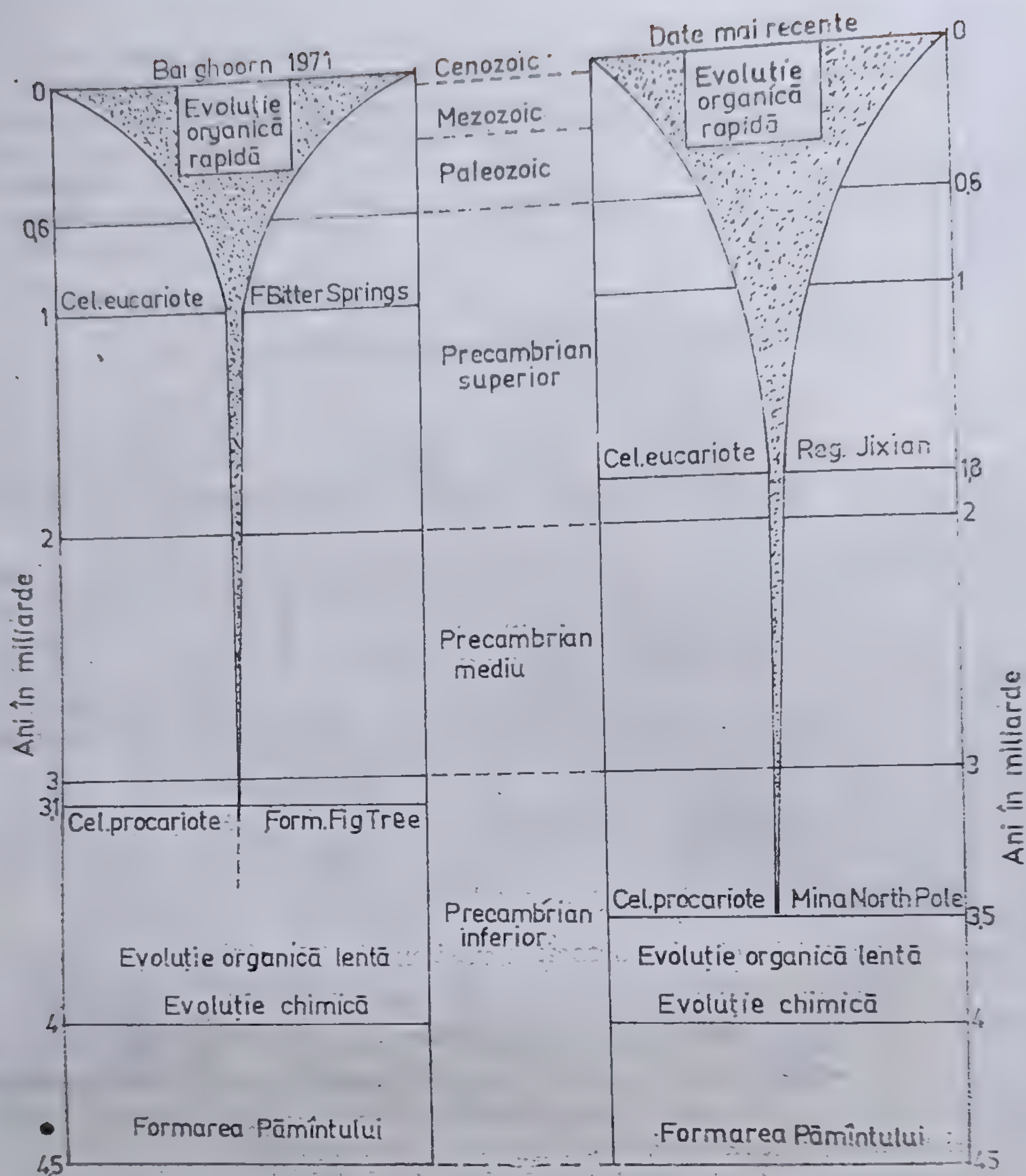


Fig. 1. Cronologia evoluției chimice și organice pe Terra (S. Kiss, 1982)

Microfosile de eucariote apar cu mult mai târziu; cele mai vechi megafosile (de circa 1,8 miliarde de ani), considerate structuri de proveniență algală eucariotă, au fost găsite în regiunea Jixian din munții Jansen (China de Nord). Dintre cele mai timpurii fosile de eucariote fac parte și cele descoperite în formațiunile Richât din Mauritania (*Aphricanosphaeroides fertilis*) și Bitter Springs din Australia (*Eotetrahedron princeps*), datînd din Precambrianul superior (de circa 1 miliard de ani). Așadar, microfosilele de procariote antedatează pe cele ale eucariotelor.



— Un alt argument puternic în favoarea primordialității procariotelor îl reprezintă arhebacteriile (*Archaeobacteria*)\*, adevărate „fosile vii” ale formelor primitive de viață apărute pe Pământ.

— Organizarea generală arhitecturală a celulelor procariote, mult inferioară comparativ cu cea a celulelor eucariote, care conservă multe vestigii biochimice și fiziologice ale fazei anaerobe de evoluție a vieții pe Pământ, pledează, de asemenea, pentru primordialitatea bacteriilor. Dintre procesele fiziologice, modalitățile simple de multiplicare, absența reproducerii sexuate, utilizarea unui singur tip de fotosistem în fotosinteză, metabolismul anaerob obligat ce caracterizează multe grupe taxonomice și ecologice de bacterii actuale se constituie în puternice argumente în favoarea caracterului primordial al bacteriilor, Precambrianul fiind considerat ca o eră a microorganismelor procariote.

---

\* Arhebacteriile reprezintă un grup de bacterii neobișnuite, care antedatează apariția primei bacterii adevărate. Se individualizează net de celelalte bacterii (eubacterii) prin multiple particularități morfologice, biochimice și ecofiziologice. Archebacteriile sînt considerate ca fiind cele mai vechi procariote, deoarece trăiesc în medii cu totul neobișnuite și prezintă unele particularități metabolice, reminiscente ale adaptării lor la condițiile ecologice ce caracterizau Terra în momentul apariției vieții. Modificarea compoziției atmosferei primitive a obligat arhebacteriile să se retragă în medii speciale, în care le găsim și azi, inaccesibile altor categorii de microorganisme. *Archaeobacteria* cuprinde trei grupe ecologice: bacterii metanogene, halofile și termoacidofile.

Arhebacteriile metanogene (ex. *Methanobacterium*, *Methanococcus*, *Methanogenium* ș.a.) trăiesc în toate habitatele anaerobe (mlăștini, terenuri inundate, nămoluri, tubul digestiv al mamiferelor etc.), iar cele halofile în medii conținînd peste 12% NaCl (Marea Moartă, pești sărați etc.). Cele mai curioase sînt însă bacteriile termoacidofile, care trăiesc în condiții incredibile pînă mai ieri. Specii ale genului *Sulfolobus* trăiesc în apa unor izvoare termale (80—90°C), sulfuroase, ecide (pH 1—1,4) și în craterele vulcanice. *Thermoplasma acidophilum* a fost izolată pentru prima oară dintr-o grămadă de resturi de cărbune aflată în stare de autoîncălzire (+56°C) și avînd un pH = 1,96. Această bacterie este o micoplasmă (deci lipsită de perete celular) al căror ADN stă legat de proteine similare histonelor (simbolizate HTA). Particularitățile sale structurale biochimice au sugerat posibilitatea ca *Thermoplasma acidophilum* să fi fost strămoșul celulelor protoeucariote care grație simbiozelor succesive pe care le-a realizat a generat celula eucariotă (Slacey, 1980).

Din craterele vulcanilor submarini, situați în regiunea de coastă a insulei Volcano (Italia), Setter (1982) a izolat bacterii de formă turtită, cu contur neregulat, interconexate prin intermediul unor benzi filamentoase. Temperatura optimă de creștere și multiplicare a acestor bacterii este de +105°C. Sînt obligatorii anaerobe. Prezența oxigenului ca și temperaturi mai scăzute de +85°C le inhibă multiplicarea.

Și mai curioase sînt bacteriile izolate din craterele unor vulcani submarini situați în largul coastei Californiei (S.U.A.) la o adîncime de 2600 m, unde presiunea este de circa 265 atm. (presiune la care apa fierbe la +460°C). Temperatura mediului natural de dezvoltare al acestor bacterii era de circa +350°C, iar în condiții de laborator se dezvoltă optimal numai la temperaturi mai mari de +150°C; supraviețuiesc chiar la temperaturi de circa +300°C (Walsby, 1983), ceea ce reprezintă o mare curiozitate a naturii, care demonstrează că viața este posibilă în condiții ecologice considerate ca incompatibile cu existența unei organizări biologice. Se extind astfel limitele ecofiziologice ale vieții. Analizele biochimice au relevat că aproximativ 25% din aminoacizii proteinelor ce intră în constituția acestor bacterii sînt neobișnuți, iar azizii grași din constituția lipidelor au catene ramificate, ceea ce conferă o mai mare coeziune membranelor și o mai mare stabilitate termică proteinelor.



Timp de circa două miliarde de ani biosfera Terrei a fost constituită în exclusivitate de procariote. Toate mediile (acvatice, terestre și aeriene), „clocoteau de bacterii“. Procesele evolutive au avut, așadar, un caracter lent și limitat datorită îndeosebi lipsei reproducerii sexuate, materializându-se îndeosebi printr-o diversificare biochimică și ecofiziologică, și numai foarte puțin din punct de vedere morfo-anatomic. Și totuși „nașterea“ eucariotelor nu poate fi concepută fără contribuția lumii atât de heterogenă a bacteriilor.

Cercetările micropaleontologice din ultima decadă converg spre ipoteza că primele organisme eucariote au apărut după o lungă evoluție biologică, acum circa 1,8 miliarde de ani, când atmosfera avea o compoziție relativ stabilă, fiind bogată în oxigen. Emergența eucariotelor constituie, de asemenea, un eveniment de excepțională însemnătate din istoria precambrianului, comparabil poate chiar cu geneza primelor forme de viață, care va modifica ritmul și sensul evoluției organismelor.

### **Apariția organismelor eucariote constituie ultimul episod important din lunga istorie a Precambrianului**

Apariția primelor organisme eucariote pe Pământ se estimează că ar fi avut loc acum 1,5—1,8 miliarde de ani sub impulsul crizei aerobe și este considerată ca un eveniment de imensă însemnătate pentru evoluția ulterioară a viețuitoarelor. Mecanismele care au condus la emergența celulei eucariote, în bună parte obscure, constituie o problemă teoretică fundamentală a biologiei contemporane care își așteaptă rezolvarea.

Ultrastructural celula eucariotă este caracterizată de compartimentare, adică de existența unor teritorii speciale înconjurătoare de membrane. Aceste zone îndeplinesc funcții specifice în metabolismul celular. Unele dintre acestea posedă un aparat genetic propriu, diferit de cel nuclear (fig. 2). Această „discontinuitate“ în organizarea celulară a intrigat pe biologi încă de la primele investigații de microscopie electronică și a generat aprige controverse referitor la geneza și evoluția structurilor (organitelor) celulelor eucariote.

Supraestimându-se unele sau altele din datele furnizate de paleomicrobiologie, paleoclimatologie, geochimie, biologie celulară și moleculară, genetică, ecologie ș.a., au fost elaborate numeroase ipoteze vizând mecanismele compartimentării. Multe însă, așa după cum afirmă Carlile (1980), pot fi privite ca metaștiințifice, speculative și nu pot argumenta marele hiatus evolutiv dintre procariote și eucariote. În prezent nu dispunem de o teorie (ipoteză) care să constituie o opțiune generală a exploratorilor acestui domeniu. Câteva ipoteze au o argumentare sensibil egală ceea ce motivează perenitatea lor în literatura de specialitate.

Cu puține excepții, ipotezele formulate până în prezent pot fi grupate în două mari categorii și anume: ipotezele endosimbiotice și ipotezele dezvoltării continue, ambele împărtășind concepția că celulele eucariote provin din cele procariote. O opinie aparte a fost exprimată de Fox și Woese (1977) — adepți ai celor trei regnuri primare cu origine comună într-o structură primitivă denumită progenot.



## Ipotezele endosimbiotice (= citosimbiotice, xenogenezei, compartimentării exogene)

Celula eucariotă este un multiplu al celulei procariote.  
(R. J. F. Taylor *Symbiogenesis revisited*, 1979)

Dintre toate ipotezele formulate care vizează elucidarea drumului lung și meandrat care a condus la realizarea celulei eucariote, edificiu complex, cu potențialități fiziologice noi și mari perspective evolutive, ipotezele endosimbiotice par a avea un plus de argumente, ceea ce explică interesul deosebit al specialiștilor față de această concepție.

Protagonistii ipotezelor simbiotice consideră celula eucariotă ca o himeră, rezultat al unui șir de endosimbioze specifice, succesive; macro-compartimentele genetice (mai puțin nucleul) provin din ancesori procariotici care au fost încorporați (au invadat) de celule procariote (proto-eucariote) și care în cursul unor procese coevolutive intracelulare devin simbionți (dependenți de metabolismul celulei gazdă). Se postulează că cel puțin trei tipuri de procariote (oxibionte, flagelate și fotosintetizatoare) au fost încorporate în aceste secvențe seriate, dezvoltându-se spre mitocondrie, aparat flagelar, fus de diviziune și cloroplaste (fig. 2).

Originea bacteriană a plastidelor și mitocondriilor a fost postulată pentru prima dată de Schimper (1883) și respectiv Altman (1890), descoperitorii acestor organite. Altman sesizează existența unor asemănări între mitocondrii și bacterii, ceea ce îl conduce la elaborarea ipotezei biosomiei, potrivit căreia, mitocondriile ca și bacteriile sînt organisme elementare sau „biosomi”. F. Mevès (1904), adept al ipotezei biosomiei, relevă o proprietate importantă a mitocondriilor care vine în sprijinul acestei ipoteze și anume capacitatea de automultiplicare prin diviziune. O primă sinteză a datelor referitoare la asemănările dintre mitocondrii și bacterii este realizată de Portier (1918) în lucrarea „*Les symbiotes*”. Aceste idei sînt împărtășite și de Guillermon (1933) care consideră cloroplastele și mitocondriile ca entități permanente ale celulei, capabile de automultiplicare dar incapabile de a se forma „de novo”, ce se transmit prin diviziune de-a lungul generațiilor celulare.

Ipoteza capătă suport material, argumentarea științifică corespunzătoare, odată cu descoperirea acizilor nucleici și a celorlalte componente ale aparatului genetic extranuclear localizat la nivelul plastidelor și mitocondriilor.

L. Segal-Margulis (1967, 1981) realizează o nouă sinteză a datelor din acest domeniu fecund al cercetărilor biologice, îmbrăcînd în haine moderne ipoteza originii endosimbiotice a plastidelor, mitocondriilor, flagelilor, centriolilor, citoscheletului, fusului de diviziune și a altor substructuri ce caracterizează celula eucariotă. Scenariul acestor evenimente este diagramat în fig. 2 și 3.

Ca urmare, celula eucariotă ne apare ca o unitate ecologică în care coexistă două genomuri (nuclear și mitocondrial) în celula animală și respectiv trei (nuclear, mitocondrial și plastidial) în celula vegetală, care interacționează și formează un sistem biologic integrat.

Endosimbiozele sînt considerate ca o consecință firească a relațiilor biotice care s-au instalat încă de la apariția primelor viețuitoare și care



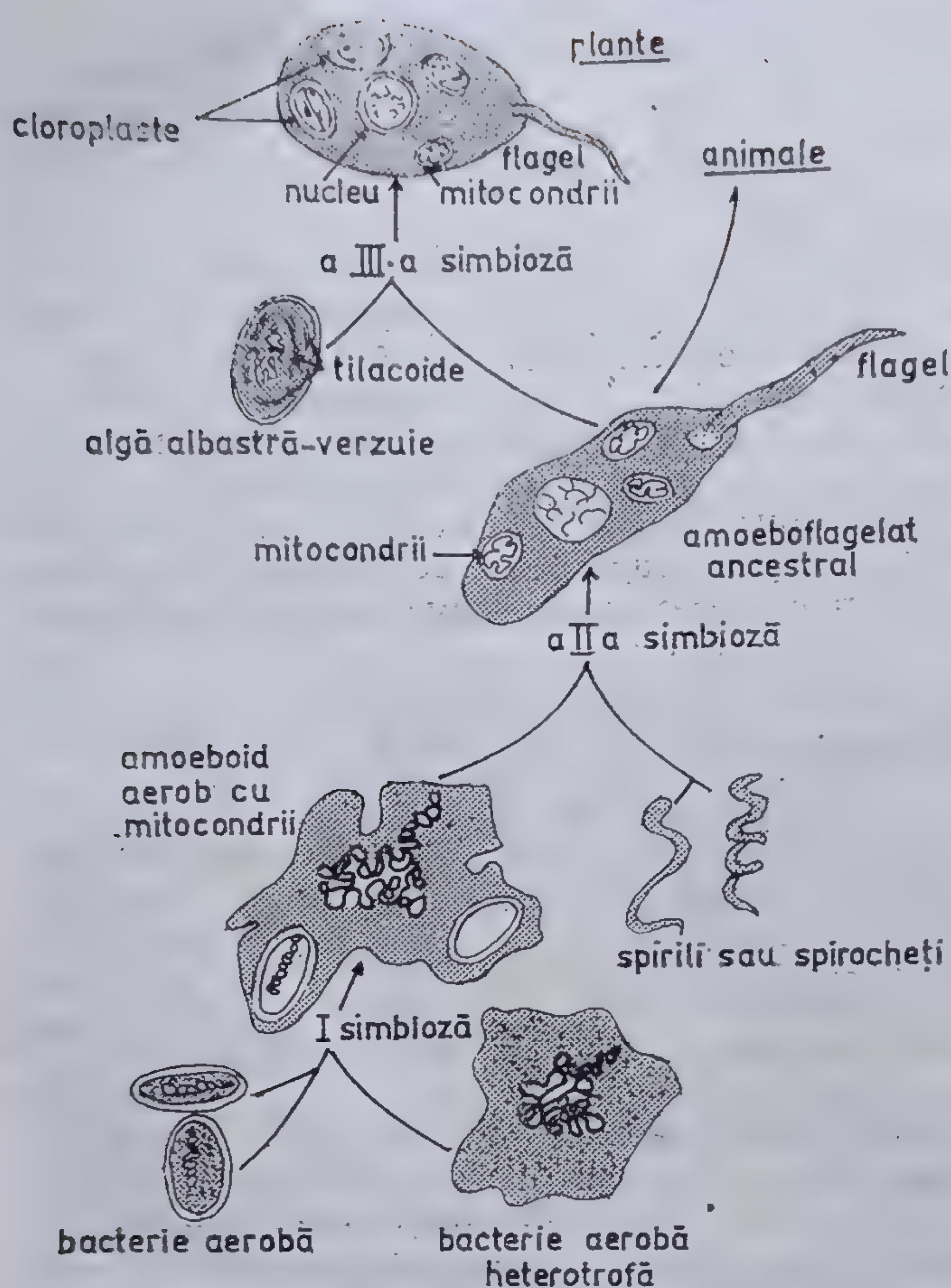


Fig. 2. Reprezentarea schematică a ipotezei endosimbiozei seriale privind originea mitocondriilor, cloroplastelor și a flagelilor de tip eucariot (Margulis, 1981).

s-au accentuat pe măsura diversificării lor și a apariției unor mutații în calitatea și cantitatea unor factori ecologici. Evenimentul care va impulsiona considerabil constituirea de relații endosimbiotice este apariția fotosintezei oxigenice. Acumularea oxigenului în atmosferă, ca și formarea stratului de ozon, vor sista producerea abiotică de compuși organici. De acum întreaga lume pestriță a procariotelor va depinde de bacteriile fotosintetizatoare, singurele capabile să fixeze energia cosmică (lumina solară) prin sinteza de compuși organici. În aceste condiții noi, relațiile biotice devin tot mai strânse și se diversifică îmbrăcînd forma prădării, parazitismului, concurenței și chiar a simbiozei. Simbiozele, la început simple, ulterior multiple, au condus, după o lungă perioadă de evoluție la apariția unui nou tip de celulă, celula eucariotă. Așadar istoria eucariotelor începe odată cu diversificarea metabolică a lumii bacteriene și a tipurilor de relații biotice, moment în care unele celule procariote, cu perete redus, microaerofile (care trăiesc într-o atmosferă în care concentrația  $O_2$  este mai mică de 20%), capabilă de a fermenta glucoza pînă la produși finali cu doi și trei atomi de carbon, au devenit gazde pentru alte microorganisme (acumulează



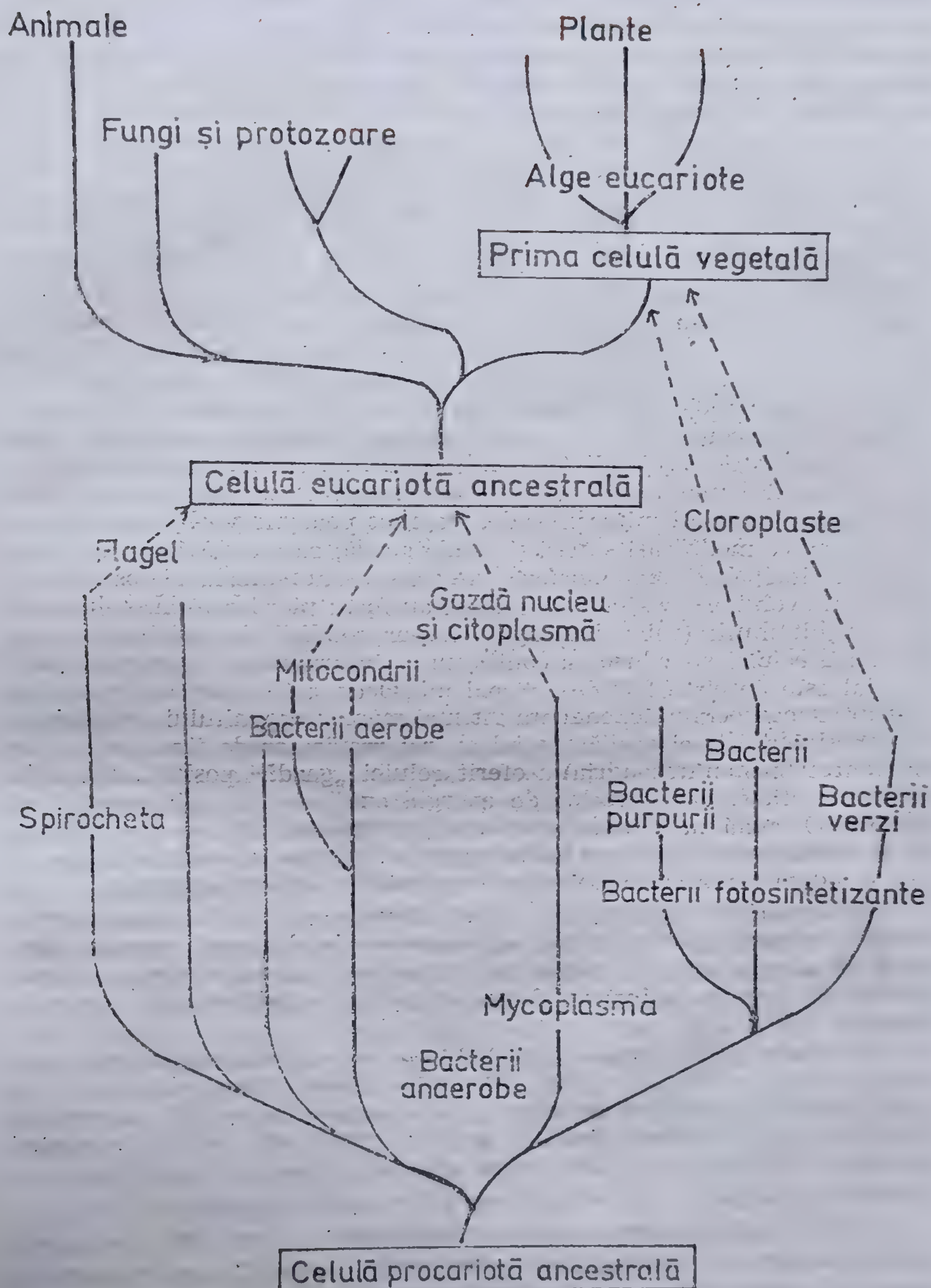


Fig. 3. Schema evoluției organismelor actuale, în acord cu ipoteza endosimbiozei seriiale.



endosimbionți). Dintre organismele actuale *Thermoplasma* conservă particularitățile gazdei prezumtive; pe lângă faptul că au un perete foarte slab dezvoltat și sînt microaerofile, ele posedă proteine similare cu histonele, bogate în arginină și lizină, care complexează și protejează ADN de atacul nucleazelor.

Într-o primă etapă o celulă procariotă, heterotrofă (posibil prădătoare), facultativ anacrobă a înglobat (ingerat dar nu digerat) și conservat o bacterie unicelulară sferică, mai mică, aerobă (capabilă de a sintetiza citocromi și de a realiza pe această bază oxidarea substanțelor organice pînă la  $\text{CO}_2$  și  $\text{H}_2\text{O}$ ), asemănătoare cu cele ale speciei actuale *Paracoccus denitrificans*. Deoarece procariotele nu posedă capacitatea de fagocitoză, deci nu pot îngloba alte celule, se presupune că includerea este consecința unui proces de invadare (supoziție susținută de comportamentul bacteriei actuale, prădătoare *Bdellovibrio* care invadează bacteria pradă). „Invadatorii” devin astfel protomitocondrii; evoluția ulterioară a condus la pierderea statutului de organisme independente și autonome, endosimbionții (protomitocondriile) realizînd treptat o integrare structural-funcțională și informațională tot mai rafinată, transformîndu-se în organite mitocondriale. De fapt poate fi vorba de o coevolucție deoarece modificări suferă și celula gazdă, care capătă aspect amoeboidal. Principalele metamorfoze pe care le-au suferit endosimbionții în timpul evoluției lor spre mitocondrii au fost: pierderea peretelui celular, devenit inutil (chiar impropriu noilor condiții de existență), compresiunea celulei și reducerea conținutului informațional (genomul mitocondrial este de circa 200 de ori mai mic decît cel bacterian), ceea ce a avut drept consecință dependența tot mai mare a organitului de informația genetică a celulei gazdă. Avînd aparat respirator de tip aerob endosimbiontul (protomitocondria) a oferit celulei „gazdă” posibilitatea utilizării mai eficiente a surselor de energie oxidînd compușii organici cu ajutorul  $\text{O}_2$  pînă la substanțe minerale simple ca  $\text{CO}_2$  și  $\text{H}_2\text{O}$ . Crește astfel considerabil randamentul energetic al proceselor respiratorii celulare și odată cu aceasta potențialul metabolic al organismelor.

Mitocondriile organismelor actuale dovedesc o uniformitate remarcabilă în componența lanțurilor transportoare de electroni, ceea ce sugerează că acestea au fost dobîndite foarte devreme în evoluția eucariotelor și că erau de la început foarte eficiente, necesitînd numai corecții minore.

Rezultatul acestei prime endosimbioze este un microorganism amoeboiform nucleat (?) și cu mitocondrii (deci aerob) fără posibilitatea de a se divide mitotic (nonmitotic). Aceste organisme pot fi considerate proto-eucariote, denumite de Margulis (1981) amoeboizi. Amoeboizii au trebuit să parcurgă o nouă etapă pentru a dobîndi statutul de eucariote. În această a doua etapă, grație tot unei endosimbioze, celulele devin mobile. Se presupune că unii amoeboizi au realizat asociații cu bacterii aerobe, mobile, de tipul spirochetelor actuale, care în căutarea hranei au „atacat” ele însele amoeboizii (așa cum și azi multe spirochete atacă unele celule). O particularitate structurală importantă a spirochetelor este prezența în matricea celulară a microtubulilor cu caracter contractil și cu rol în mobilitate. De aici concluzia că spirochetele, odată



asociate amoeboizilor, devin un protoflagel. Evoluția ulterioară se va materializa, ca și în cazul altor simbioze stabilite, printr-o integrare tot mai eficientă a simbiotului în activitatea gazdei transformându-se într-un aparat locomotor complex organizat care asigură deplasarea rapidă a organismului în mediu spre micronișe ecologice optimale. Organizarea unitară a axonemei flagelilor și centriolilor (corpusculilor bazali) de la diferite organisme sugerează originea monofiletică a aparatului flagelar (flagelii organismelor eucariote sînt organite evolutiv-omoloage). Paralel, corpii bazali ai flagelilor și microtubulii au dobîndit funcții adiționale; organizînd în anumite etape ale ciclului celular apartul mitotic (centrozomii, kinetozomii, fusul de diviziune) vor fi implicați în distribuția echilibrată a materialului genetic în celulele fiice. După Margulis (1976), au fost necesari circa un miliard de ani pentru ca mitoza să devină un proces stabil și eficient comparabil cu cel existent la organismele actuale. Instaurarea noului mod de diviziune coincide de fapt cu apariția primelor organisme eucariote de tipul protozoarelor actuale: un *amoeboflagelat* hetrotrof, aerob, cu diviziune mitotică care a stat la baza originii și evoluției tuturor organismelor animale și fungale.

Optimizarea mitozei, care era completă acum 500 milioane de ani, a avut o influență covîrșitoare asupra evoluției ulterioare a protistelor; ea a constituit premiza apariției meiozei și a sexualității, procese de maximă complexitate care vor determina recombinările genetice intracromozomale (prin crossing-over și conversie) și intercromozomale și odată cu aceasta diversificarea programelor genetice, care vor fi triate de „judecătorul” permanent al lumi vii „selecția naturală”.

Consecința instaurării noilor modalități de diviziune, dobîndirii capacității de reproducere sexuată și de endocitoză a fost evoluția explozivă (radiația adaptativă) a protistelor, materializată prin diversificarea extraordinară a microorganismelor eucariote și apariția în scurt timp a metazoarelor și fungilor. Acum 500 milioane de ani, cînd au apărut primele vertebrate, biotopurile Terrei erau populate de nevertebrate care atinsese un înalt grad de diversificare, comparabil cu cel actual.

Așadar, marile inovații evolutive (meioza, mitoza, sexualitatea, citoza) au avut loc înainte de apariția primelor animale, fungi și plante.

Partizanii ipotezelor endosimbiotice susțin originea, de asemenea, exogenă a cloroplastelor. Achiziționarea de cloroplaste se realizează în a treia etapă a simbiozei, cînd unele protiste mari, heterotrofe, aerobe, aflate într-o etapă timpurie, „experimentală” de evoluție, au înglobat și sechestrat în vacuole speciale (numite prealgale) bacterii capabile de fotosinteză oxigenică. Este posibil ca în timpul fazei „experimentale”, o celulă gazdă să fi adăpostit celule aparținînd la două sau chiar mai multe specii, dar în final va persista un singur tip, cel mai bine adaptat (Reister, 1981). Asociația a fost perpetuată prin protejarea endosimbionților de atacul enzimatic al celulelor gazdă, pe de o parte, iar pe de altă parte, prin asigurarea transmiterii lor la descendenți. Permanentizarea sistemului gazdă-parazit a dus și în acest caz la o treptată integrare structural-funcțională și informațională a celor doi parteneri care devin înalt adaptați unul în raport cu celălalt printr-o creștere a rafinamentului însușirilor prin care ele contribuie la autoconservarea



sistemului (asociației). Când integralitatea sistemului biologic a atins cote înalte, endosimbiontul funcționând în favoarea gazdei, se poate spune că „invadatorii” s-au transformat în cloroplaste, marcând apariția unui nou tip de celulă eucariotă, celula vegetală fotosintetizatoare. După ce asociația a devenit ereditară, însușirile partenerului minore, neesențiale pentru fotosinteză, vor fi eliminate. Concomitent cu aceste deleții sistemul în totalitate va dezvolta o barieră imună împotriva infecției cu alți parteneri potențiali. Subordonarea funcțională a organitului se datorează în bună parte transferului masiv de informație genetică de la organit spre nucleu care devine astfel centru coordonator al tuturor proceselor celulare. Cercetarea complementului pigmentar al cloroplastelor de la diferiți taxoni vegetali a relevat o pregnantă variabilitate, ceea ce a condus la concluzia că fiecare grup taxonomic de plante a dobândit independent cloroplastele prin „capturarea” unor tipuri diferite de procariote fotosintetizatoare, aerobe.

Avantajul evolutiv al simbiozei dintre un organism heterotrof și altul fotosintetizator constă în faptul că sistemul rezultat este capabil de a coloniza nișe ecologice noi care pot fi epuizate de nutrienți organici.

*Chloroxibactia* (sau *Prochloron*) au fost probabil ancesorii plastidelor euglenelor și clorofilelor. Cianobacteriile coccoide asemănătoare celor din genurile *Gleocapsa* și *Synechocystis* de astăzi au putut fi ancesorii rodoplastelor de la *Rhodophyta* ș.a.m.d. Diverse asociații dintre diferite tipuri de bacterii fotosintetizatoare și protiste heterotrofe vor duce la apariția diferitelor filumuri de alge.

Ca urmare, celula eucariotă vegetală poate fi considerată un sistem multigenomic în care alături de genomul nuclear coexistă cel mitocondrial, plastidial și centriolar. Organitele cu origine endosimbiotică sînt, de fapt, cele mai active sisteme energetice capabile să desfășoare funcțiile autocatalitică și heterocatalitică a propriului ADN.

### Argumentele științifice ale ipotezelor endosimbiotice

Ipotezele endosimbiotice sînt bine argumentate de rezultatele furnizate de cercetările din diverse domenii ale biologiei care au relevat multiple asemănări morfologice, biochimice și fiziologice între mitocondrii și plastide cu celulele bacteriene, esențiale fiind următoarele:

1. dimensiunea plastidelor și mitocondriilor este de același grad de magnitudine cu cel al multor celule bacteriene;

2. membranele interne mitocondriale și cele tilacoidale sînt ca și plasmalema celulei bacteriene din care se presupune că au derivat, membrane energizante conținînd enzime, transportori și electroni (ex. citocromi) și alte substanțe implicate în fosforilarea oxidativă și din care lipsește colesterolul;

3. plastidele și mitocondriile au un aparat genetic propriu, complet, funcțional care le asigură o relativă autonomie (semiautonomi) informațională:

a) — *genomul organelor* este, de regulă, format din molecule de ADN dublucatenare, elicale, circular-covalent închise, necomplexate cu histone, cu o secvență nucleotidică particulară (diferită de ADN nuclear)



și cu replicare continuă (de-a lungul întregului ciclu celular, nu numai în perioada S), semiconservativă, după modelul „buclei D”. ADN organelar nu este redundant și nu prezintă secvențe noninformaționale. Moleculele de ADN-plastidial și mitocondrial sînt atașate membranelor interne de situsuri specifice care se pare că joacă un rol important în îndeplinirea funcțiilor lor autocatalitică și heterocatalitică, comparabil cu cel al membranei celulei procariote în funcționarea nucleoidului bacterian.

b) — polimerazele ADN și ARN-ADN-dependente (I, II și III) au o structură simplificată, similară cu cea de la procariote;

c) — ribozomii au constanta de sedimentare de (55—) 70 (—74)S, iar subunităților lor constitutive de 50 S și 30 S;

d) — constantele de sedimentare ale moleculelor de ARN-ribosomal sînt mai adesea de 23 S, 16 S și 5 S;

e) — structura secundară a moleculelor de ARNt este similară unei frunze de trifoi stilizată;

f) — secvențele nucleotidice ale ARNr și ARNt sînt diferite de cele ale ARN corespundente din citosol, prezentînd un anumit grad de omologii cu ARNr și respectiv ARNt procariotice;

g) — proteosinteza este inițiată de formil-metionină, catalizată de aceiași factori de inițiere și este sensibilă la unele antibiotice ca streptomicina și cloramfenicolul, cicloheximida neavînd însă nici un efect.

Prin toate aceste însușiri (a-g) aparatul genetic organelar se aseamănă cu cel de la procariote, dar se individualizează net de cel nucleocitoplasmatic.

4. Remarcabilă este și capacitatea organitelor izolate de a realiza replicarea propriului ADN și de a declanșa unele reacții definitorii pentru procesele complexe de fosforilare oxidativă și fotofosforilare.

5. Plastidele și mitocondriile nu se formează niciodată „de novo”, continuitatea lor genetică fiind asigurată prin automultiplicare. Mecanismele de diviziune a organitelor sînt similare celor bacteriene: prin strângere mediană sau submediană, septare și înmugurire. Biogeneza organelor depinde însă în mare măsură de informația genetică nucleară. Aceasta deoarece pe parcursul evoluției celulelor eucariote protoorganitele și-au diminuat treptat conținutul informațional pe măsura integrării lor tot mai eficiente în sistemul metabolic al celulei gazdă, devenind astfel dependente biogenetic și funcțional de genomul nuclear. Diminuarea conținutului informațional are drept consecință, de asemenea, imposibilitatea cultivării „in vitro” a acestor organe, aparatul genetic propriu fiind insuficient pentru biogeneza și funcționarea organitelor.

6. Există în biosfera actuală a Pămîntului numeroase asociații endosimbiotice care se constituie în puternice argumente în favoarea ipotezei xenogenezei. Originea endosimbiotică apare mult mai clar în cazul cloroplastelor. Se cunosc multe simbioze între algele albastre-verzi și celule gazdă—eucariote, care indică o linie gradată de transformări de la organisme procariote la organele, sugerînd totodată originea polifiletică a cloroplastelor. Partenerii endosimbiotici mai mici pot prezenta grade



diferite de reducere, dar pot fi ușor distinși de organite deoarece ei posedă un aparat genetic complet autonom.

a) Dintre multiplele exemple pe care ni le oferă lumea vie poate cea mai grăitoare asociație endosimbiotică este cea dintre cianobacterii și unele alge apoclorotice, flagelate, fungi sau protozoare (unele amoebe). Rezultatul asocierii intime a celor două categorii de organisme a condus la apariția unor noi tipuri de organisme denumite endocianomuri (*Gloeochaeta*, *Glaucocystis*, *Paulinella*, *Cyanophora*), încadrate într-un filum aparte — *Glaucophyta*. Coevoluția partenerilor, subsecventă invadării, a condus la reducerea considerabilă a cianobacteriilor, care au căpătat treptat statutul de corpi fotosintetizatori pe care *Pascher* (1929) le-a denumit ciane. Cianecele au o structură intermediară între cianobacteriile libere și cloroplaste. Cu excepția endosimbiontului lui *Goesiphon pyriforme* (asociație simbiotică dintre o ficomicetă și o specie de *Nostoc*) toate celelalte cianecele nu pot fi cultivate în afara gazdei.

Interacțiunile metabolice dintre cianelă și celula gazdă sînt sugerate de relațiile spațiale strînse cu diferite substructuri celulare. La *Gloeochaeta* cianecele sînt înconjurată de o cisternă a reticulului endoplasmic, iar la *Cyanophora* un microcorp (probabil un peroxizom) a fost frecvent observat adiacent cianelei. O asociație similară a cianelei cu un microcorp (peroxizom) și o mitocondrie a fost evidențiată în *Paulinella*, amintind de relațiile funcționale ale cloroplastelor cu aceste organele în cadrul ciclului glicolatului (fotorespirației) (*Kies*, 1984).

Intensitatea fotosintezei este mult superioară la cianecele comparativ cu cianobacteriile libere, constituind și aceasta o dovadă a metamorfozării endosimbiontului indusă de noile condiții din celula gazdă. Cu toate acestea în cianecele nu au fost observate depozite de materiale de rezervă (ex. granule poliglucosidice sau de glicogen) prezente totdeauna în celulele cianoficelor libere, ceea ce denotă că produșii primari ai fotosintezei sînt translocați (preluați de celula gazdă) pe măsură ce ei sînt sintetizați. Cea mai mare parte a carbonului asimilat este transportat de la cianelă la gazdă sub formă de glucoză, unde este rapid transformată în maltoză, iar în final se depune sub formă de granule de amidon (*Trench și colab.*, 1979).

Cianecele nu mai prezintă nici granule de cianoficină (copolimer al argininei și acidului aspartic) prezente în mod constant în cianobacteriile care trăiesc libere. Cauza constă în aceea că gazda reduce nitrați la nitriți care intră în cianelă unde sînt reduși la  $\text{NH}_4$ , care este apoi exportat înapoi în gazdă (*Schnepf și Brown*, 1971; *Simon*, 1971; *Kies*, 1980).

Dintre toate substructurile celulare, peretele (învelișul) celular, care este similar cu cel al bacteriilor gram negative, pare a fi cel mai drastic afectat; datorită noului mediu de viață endosimbiotic, învelișul celular al cianecelelor se reduce treptat, simplificîndu-și structura sau se pierde în totalitate (*Drems și Weckesser*, 1982). Excepție face *Nostoc* care este endosimbiotic în *Geosiphon* la care sînt prezente (conservate) toate straturile peretelui celular cianobacterian (*Schnepf*, 1964). Un perete celular destul de bine conservat, lipsindu-i doar teaca mucilaginoasă, a fost raportată și în cazul cianecelelor din *Rhopalodia*. În contrast cu acestea, cianecele din *Cyanophora*, *Gloeochaeta*, *Glaucocystis* și *Paulinella* sînt înconjurată numai de un strat electrodens, de 8—10 nm grosime, care corespunde la stratul peptidoglicanic (*Altken și Stanier*, 1979). Cianecele din *Cyanophora paradoxa* păstrează pe lângă un înveliș celular cu o structură simplificată și o organizare internă foarte asemănătoare cu a cianobacteriilor libere. Dacă la acestea adăugăm și faptul că dimensiunea genomului este similară cu cea a plastomului se poate conclua că aceste cianecele ar fi relativ recent derivate din procariote endosimbiotice și se constituie într-un puternic argument în favoarea ipotezei endosimbiotice (*Hardmann și Stanier*, 1977). Cianecele sînt lipsite de resturi de înveliș celular, acestea asemănîndu-se cel mai mult cu cloroplastele adevărate (*Kemer și colab.*, 1979).



S-a postulat că în timpul coevoluciei, endosimbionții și-au pierdut într-o primă etapă teaca mucilaginoasă și membrana externă, iar ulterior și stratul peptidoglicanic, ca o consecință a inutilității peretelui celular în noile condiții de viață; mai mult decât atât, prezența sa ar fi îngreunat transportul de substanțe între partenerii simbiotici. „Topirea” peretelui peptidoglicanic, învechit a fost foarte posibil o prereducere pentru evoluția cloroplastelor. Perpetuarea totuși a unui înveliș simplificat a fost explicată ca rezultat al implicațiilor sale majore în diviziunea cianelelor. (Drews și Weckesser, 1982).

Având în vedere gradul înalt de integrare biochimică și genetică a partenerilor se poate afirma că cel puțin unele glaucofite (unii endocianomi) (ex. *Cyanophora*) au o vîrstă filetică foarte mare.

Numărul de ciane per celulă gazdă este specie-specific. Relativa constanță numerică presupune existența unui strict reglaj genetic, o interacție strînsă între gazdă și simbiotul său care are drept consecință coordonarea diviziunii ambilor parteneri. Doar la *Pellicularia* (un endocianom flagelat) datorită reglării defective a diviziunii celor doi parteneri apar flagelate lipsite de ciane. În *Paulinella* sînt prezente doar două ciane, care vor fi segregate în tecamoebele fiice după care fiecare cionelă se divide restabilind complementul endosimbiotic caracteristic. În *Cyanophora* diviziunea gazdei și a cianelelor nu este sincronă pe parcursul tuturor fazelor de creștere a culturii. În timpul fazei logaritmice flagelatul conține una la două ciane, iar în perioada fazei staționare două sau patru, rar opt (Trench, 1978). În endocianomurile cu un număr mai mare de ciane per celulă gazdă (ex. *Gloeochaete*, *Glaucocystis*) apar și alte mecanisme de reglare ca expulzarea (eliminarea din celulă) sau digestia unei părți din ciane (Pascser, 1929; Kies, 1976).

Alte exemple interesante de endosimbioză actuală îl constituie simbioza algelor verzi cu organele animale aflate pe diverse trepte de evoluție. Dintre acestea menționăm: protozoarul verde (*Paramecium bursaria*, hidra verde (denumite astfel datorită numărului mare de celule algale pe care le conțin), unele foraminifere și unele criptomonadine. Celulele algale îndeplinesc ca și ciane funcția organelor fotosintetizatoare. Asemenea idee a fost sugerată de numeroase date experimentale.

Astfel, în sistemul *Convoluta roscoffensis* — *Tetraselmis convolutae*, gazda încetează hrănirea după „infecția” cu alge corespunzătoare (Muscattine și colab., 1974), iar la *Paramecium bursaria*, fagocitarea bacteriilor descrește odată cu creșterea intensității luminii (Weis, 1974). În lipsa algelor protozoarul nu poate supraviețui decât în medii bogate în surse nutritive; în schimb algele izolate pot trăi în afara gazdei (Margulis, 1970). Simbioza poate fi reconstituită experimental pornind de la cei doi parteneri cultivați pe același mediu. După înglobare alga începe să se multiplice (dividă) pînă atinge un anumit prag, după care încetează, modelul final fiind controlat genetic. Dacă protozoarul întâlnește alge libere le digeră imediat, în timp ce partenerul său este perpetuat, deși acesta nu prezintă deosebiri morfologice evidente.

Și în cazul acestor asociații simbiotice se constată o tendință de reducere morfologică la partenerii algali. În timp ce la partenerul algal din ciliatele verzi și hidra verde peretele celular pare neafectat fiind, se pare, necesar pentru formarea de vacuole perialgale, în sistemul *Convoluta roscoffensis* alga pierde atât teaca cît și aparatul flagelar, trăind în interiorul gazdei sub formă de protoplast (Oshmun, 1966). O reducere a peretelui celular se constată și în cazul algelor din foraminifere. Un exemplu senzațional de reducere a însușirilor care sînt esențialmente nesimbiotice și de amplificarea a potențialului fotosintetic poate fi observat în cazul unor criptomonadine, unde partenerul eucariot, endosimbiotic fotosintetizator a fost redus în timpul evoluției aproape la statutul de organit (cloroplast). Faptul că plastidele criptomonadinelor actuale sînt înconjurate de 4 membrane, iar la dinoflagelate și euglenine de trei, poate fi interpretat ca o rămășiță a plasmalemei algel eucariote simbiote sau ca o membrană a veziculei fagocitare care închide plastida ingerată.



Este demn de remarcă, că în timpul proceselor de reducere, membranele sînt evident structuri extrem de conservatoare ceea ce denotă că principiul compartimentării a jucat un rol de maximă importanță în evoluție. Explicația acestui conservatorism este, probabil, sarcinile multifuncționale ale membranelor. În asociațiile simbiotice ele delimitează compartimentele „algale”, protejîndu-le împotriva digestiei și reglează schimburile de metaboliți între gazdă și simbiot (Schnepf, 1984).

Paralel cu regresiiile morfologice pot fi observate și deleții ale unor funcții ale simbiotului algal. Un exemplu în acest sens îl constituie alga (*Chlorella*) simbiotică izolată din ciliate, hidra verde și spongieri care poate fi cultivată pe un mediu standard, în timp ce aceea izolată din criptomonadine și dinoflagelate nu poate fi menținută în cultură decît o scurtă perioadă de timp (Reisser, 1981). Reduceri pot fi observate și la nivel genetic, ceea ce se va finaliza prin transformarea partenerului simbiot din celula algală în organelă sensu-stricto.

Concomitent cu aceste procese sistemul în totalitate dezvoltă o barieră imună împotriva infecției cu alți partereri potențiali.

O endosimbioză bine cunoscută și larg răspîndită în natură este aceea dintre bacteriile fixatoare de azot molecular ( $N_2$ ) (ex. *Rhizobium leguminosarum*) și plantele leguminoase.

Un alt exemplu de endosimbioză, de un interes particular pentru complexitatea sa, este cel al protozoarului flagelat *Myxotricha paradoxa*, ce trăiește în intestinul termitelor australiene. Pe lîngă cei cîțiva flageli proprii, localizați la unul din polii celulei, protozoarul mai prezintă numeroși cili diseminați pe întreaga suprafață a corpului care s-au dovedit a fi în realitate spirochete (din genul *Pillotina*) ectosimbiotice, care se agită permanent și determină deplasarea protozoarului (Cleveland și Grimstone, 1964; Hollande și Garagozlou, 1967). Fiecare spirochetă este asociată cu un alt tip de bacterie, de asemenea, ectosimbiotică, iar citoplasma ciliatului găzduiește un al treilea tip de bacterie endosimbiotică (fig. 4).

*Pelomixa palustris* este o amoebă fără mitocondrii; la aceste organisme este posibil ca bacteriile simbiotice să îndeplinească funcția organelor lipsă, adică aceea de fosforilare oxidativă.

— Important de menționat că unele endosimbioze au fost induse experimental. Așa este cazul asociației endosimbiotice dînte celule de

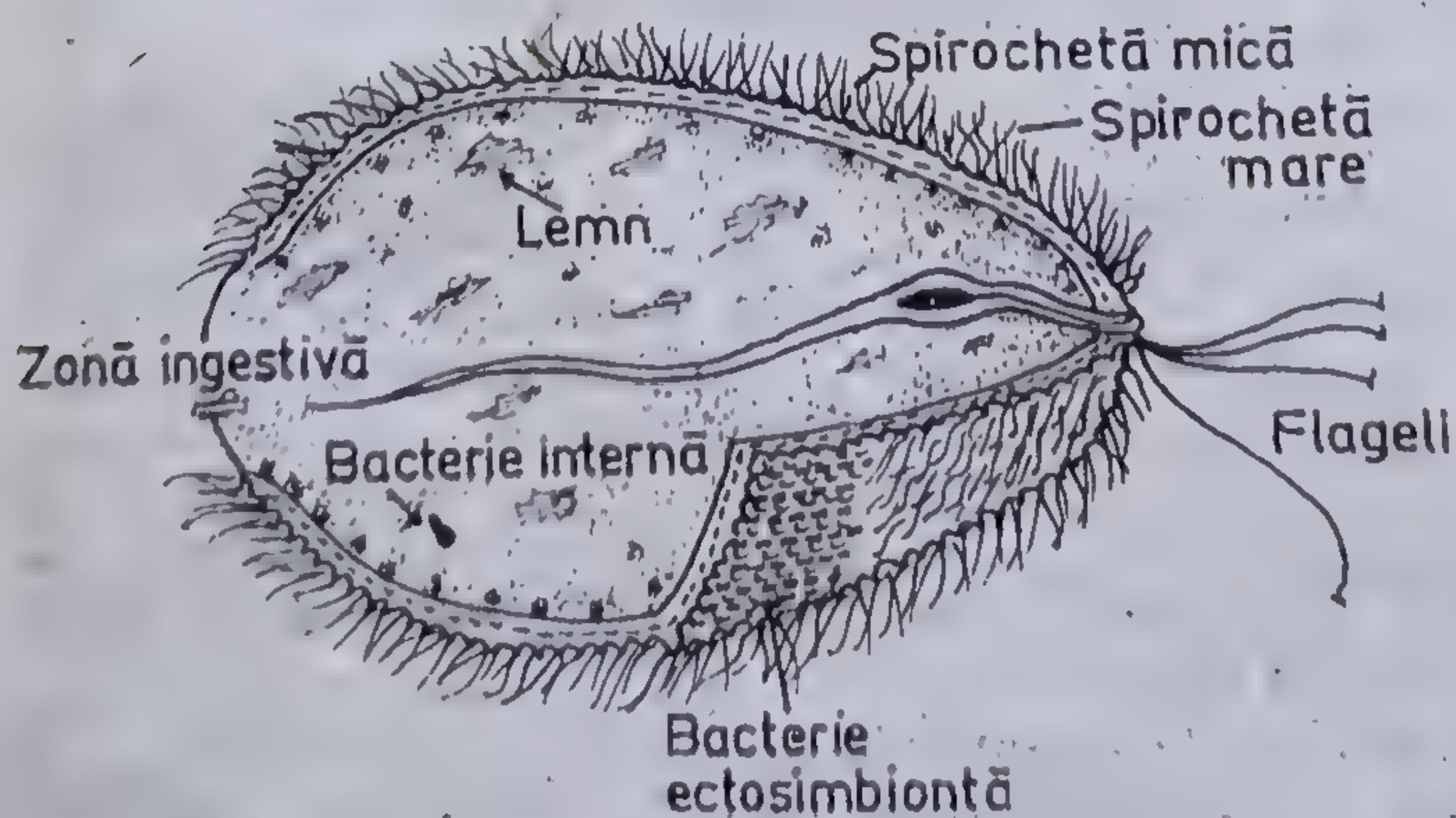


Fig. 4. Reprezentarea schematică a protozoarului *Myxotricha paradoxa* și a localizării celor trei tipuri de bacterii simbiote (Margulis, 1981).



*Amoeba discoidea* și unele bacterii care, deși inițial erau nocive, după înglobare suferă mutații metabolice majore devenind endosimbionți transmiși de-a lungul generațiilor celulare. Au fost necesare însă peste 200 de generații de celule gazdă pînă cînd s-a stabilit relația simbiotică (Joen, 1972).

### Formarea sistemelor simbiotice

Deși cunoașterea mecanismelor implicate în geneza asociațiilor simbiotice este fundamentală pentru înțelegerea relațiilor simbiotice ele sînt în prezent numai rudimentar înțelese. Explicația acestui gol informațional constă în faptul că sistemele endosimbiotice actuale sînt unități structural funcționale bine stabilite, constituite din parteneri înalt adaptați cu o istorie evolutivă necunoscută. Faptul că partenerii din cadrul unor unități endosimbiotice pot fi izolați și cultivați separat și că reinfecția experimentată poate mima istoria proceselor de formare a simbiozelor, nasc unele speranțe justificate în acest sens. Cu toate acestea trebuie să avem în vedere că experimentele sînt realizate cu organisme înalt specializate și aceasta nu permite a se releva etapele succesive care au condus la „armonizarea” structural funcțională a partenerilor.

Din datele experimentale, disparabile în momentul de față, rezultă că evenimentele infecției sînt comparabile la diferite categorii de gazde. Fagocitarea de către gazdă a viitorului endosimbiont este urmată de sechestrarea sa într-o vacuolă perialgală sau perimitocondrială. Celulele care nu sînt corespunzătoare necesităților gazdei vor fi atacate de lizozomi și digerate. Aceste evenimente au fost sugerate de cercetările realizate pe parameciul verde (Reiser, 1981) și hidra verde (Muscatine, 1975). În vacuolele perialgale partenerii simbiotici sînt protejați cel puțin o perioadă de timp împotriva enzimelor digestive ale gazdei printr-un mecanism încă necunoscut. Meier și colab, (1980) presupun că protecția algelor se realizează fie prin inactivarea enzimelor lizozomale sau prin prevenirea fuziunii lizozomilor cu vacuolele perialgale datorită structurii speciale a membranei sale. Celulele algale sînt izolate unele de altele fiind cantonate în vacuole (compartimente) proprii în cadrul celulei gazdă.

În felul acesta se asigură un contact maxim între cei doi parteneri care formează o asociație endosimbiotică. Aceste două mecanisme, izolarea și compartimentarea, sînt prealabil fundamentale în formarea endosimbiozei.

Acceptînd acest scenariu al evenimentelor care conduc la apariția organitelor trebuie să admitem totodată că celula gazdă era capabilă de fagocitoză, însușire care lipsește procariotelor actuale. Mai mult decît atît în prezent nu există endosimbioze între procariote. Ca urmare, potrivit acestui scenariu trebuie să admitem că prezumtiva celulă gazdă era deja eucariotă, capabilă de încorporarea unor celule din mediul extern prin fagocitoză. În plus pare rezonabil a considera că încorporarea este consecința unor fenomene de recunoaștere de către receptorii de membrană, ceea ce va fi cuplat cu evitarea fenomenelor heterofagice.

Se presupune că inițial (în timpul așa numitei faze experimentale) o celulă gazdă ar fi putut adăposti celule algale aparținînd la specii diferite. Selecția naturală va duce în final la perpetuarea unui anumit tip de celule endosimbiotice. Existența unei asemenea faze „experimentale” a fost sugerată de unele experiențe realizate cu *Paramecium bursaria* aposimbiotic. Ciliatele au putut fi „infectate” cu diferite specii ale genului *Chlorella*, dar singurul sistem simbiotic stabil este cel cu alga simbiotică originală (Reiser, 1981).

Evoluția ulterioară a asociațiilor va depinde în mare măsură de permanentizarea lor. Se admite azi că permanentizarea în cazul gazdelor unicelulare (ex. ciliate-alge) endosimbioților sînt distribuiți celulelor fiice odată cu diviziunea celulei gazdă (Reiser, 1981). În cazul în care partenerul gazdă este pluricelular, situația se complică. Sexualitatea, și în consecință formarea celulelor reproducătoare, (generative) acționează ca un filtru. În unele sisteme (ex. în hidra verde) alga poate avea acces la ouă (I. Muscatine și McAuley, 1982). Aceeași tendință de transmitere pe cale maternă poate fi observată, de asemenea, și în cazul cloroplastelor la angiosperme (Whitely, 1982). În alte sisteme, ex. în *Convoluta roscoffensis*, alga simbiotică are o fază tranzientă scurtă de viață liberă înainte de o



„infecta” ouăle gazdei (Oschman, 1966). Tipul hidra poate fi considerat mai evoluat dacă avem în vedere eficacitatea sa superioară, deși alga din *Convoluta* parte a fi mai adaptată deoarece teaca celulară este lizată în timp ce endosimbionții din hidra verde își păstrează un perete bine dezvoltat.

Permanentizare necesită, de asemenea, elaborarea unor mecanisme care să protejeze partenerii de acțiunea digestivă a gazdei. În general, aceasta pare a fi realizată prin formarea de vacuole perialgale, adică prin compartimentalizare.

Toate sistemele simbiotice stabile, actuale se caracterizează printr-o înaltă specificitate a ambilor parteneri. Această specificitate rezultă din acțiunea sistemului de recunoaștere celulară care stabilește asociația și o protejează împotriva invaziei de alte organisme mai puțin adapate (Pool, 1979; Reisser și colab., 1982).

O altă forță importantă care a contribuit la evoluția sistemelor endosimbiotice a fost, probabil, tendința de creștere a eficienței prin acumulare (dobândirea) de însușiri morfologice și fiziologice net-specifice. În general alga simbiotică diferă de „copia” sa care trăiește liber prin secreția unei cantități sporite de substanțe organice. *Chlorella* simbiotică din ciliatele verzi și hidra verde, excretă o cantitate mare de glucide și după izolarea din sistem, ceea ce face imposibilă evoluția sa într-un mediu aposimbiotic. Pentru această algă condiția endosimbiotică este singura alternativă și constituie un bun exemplu de avantaj evolutiv oferit de simplificarea sau pierderea unor potențialități metabolice (Zamenhof și Eichhorn, 1967).

Reducerea unor însușiri morfologice, biochimice, fiziologice/și genetice care au constituit obstacole în rafinarea interacțiilor partenerilor simbiotici reprezintă o tendință evolutivă generală la asociațiile simbiotice actuale.

### Cibernetica sistemelor endosimbiotice

Asociațiile endosimbiotice actuale pot fi privite ca unități micro-ecologice formate din parteneri autonomi din punct de vedere genetic care își împart un habitat comun și care, de regulă nu poate fi invadat de alte organisme.

Stabilitatea în timp a sistemului ca și eficiența sa sugerează că el posedă însușiri cibernetice tipice, în cadrul lor funcționând sisteme de control feed-back.

În sistemele endosimbiotice stabile funcțiile partenerilor sînt strict coordonate și înalt integrate, astfel unitatea în totalitate reacționează la un stimul extern, ca un organism unic. Această modalitate de comportare calitativ nouă constituie un bun exemplu privind valoarea evolutivă a formației simbiotice, și de conviețuire pură a unor organisme diferite care tind spre formarea de entități noi. Cel mai senzațional exemplu pentru o astfel de modificare este reacția față de lumină (fotocomportarea) a unităților simbiotice. Rezultatele cercetărilor experimentale au demonstrat că nici *Paramecium bursaria* liber de algă și nici *Chlorella* izolată nu indică nici o fotoacumulare; în schimb integrarea acestor organisme prin formarea de unități simbiotice conduce la o nouă modalitate de comportare. Această nouă calitate a sistemului (inexistentă la partener) este consecința unor fenomene cibernetice autentice. Nu există nici o structură morfologică sau fiziologică nouă ci doar formarea unui tip nou de rețea informațională (Nies și colab., 1982; Häder, 1984).

Se apreciază că evenimente analoage au stat la baza evoluției fotoreacției (fotocomportamentului) unor flagelate. Este interesant de men-



ționat că la aceste organisme aparatul locomotor este foarte conservat în timp ce fotoreceptorii sînt de diferite tipuri (Kivic și Waine, 1982). De aici concluzia să evoluția a startat cu formarea simbiozei heterotrofice, după care s-au stabilit interacții între aparatul locomotor al gazdei și sistemul algal perceptor de lumină.

Evident, studiul sistemelor endosimbiotice contemporane poate oferi numai indicații indirecte privind mecanismele de evoluție a organelor. Una din cele mai serioase rezerve rezultă din faptul că partenerii fotosintetizatori din sistemele actuale sînt de regulă eucariote, în timp ce plastidele au evoluat din organisme procariote. Integrarea, cel puțin la nivel genomic, este foarte posibil să fi avut alte modalități de realizare în cazul organismelor procariote.

Concluziile formulate sînt privite cu oarecare rezervă și pentru faptul că situația ecologică actuală este foarte diferită de cea existentă în momentul în care s-a declanșat evoluția organitelor; *probabil presiunea evolutivă spre dezvoltarea eucariotelor oxi-bionte și fotosintetizatoare era mult mai mare în perioada de început.*

### „Slăbiciunile“ ipotezelor endosimbiotice

Dintre toate ipotezele formulate pînă în prezent referitoare la originea și evoluția celulelor eucariote, cele simbiotice au cel mai mare ecou printre specialiști, fiind bine argumentate. Cu toate acestea oponentii lor a supus-o unor aprigi critici pe baza următoarelor considerații:

1. În forma sa clasică, ipoteza nu explică geneza eucarionului (a compartimentului nuclear), structură definitorie pentru celula eucariotă.

Această lacună a încercat Smith (1980) să o umple sugerînd că pe măsură ce fenomenul evoluției progresează, plasmalema devine din ce în ce mai fluidă, iar procesul de separare a cromozomilor replicati (a produșilor de replicatie) inefficient. Ca urmare s-a impus diferențierea unui mecanism microtubular pentru separarea celor două situsuri de atașare. Odată cu edificarea unui astfel de sistem au putut surveni fenomene endocitotice ale situsurilor de atașare a cromozomilor, iar membrana invaginată a devenit înveliș nuclear. Fuziunea celulelor a condus la condiția diploidă, iar diviziunea nucleară, în absența replicării cromozomiale, a determinat reîntoarcerea la starea haploidă. Același cercetător consideră că prin acțiunea endonucleazelor cromozomul circular procariot a putut fi convertit în mai mulți cromozomi lineari.

2. Niciuna din ipotezele endosimbiotice nu ia în discuție mecanismele care au condus la apariția diviziunilor mitotice și meiotice.

3. Ipoteza nu discută modalitățile de realizare a subordonării informaționale a organitelor față de informația genetică nucleară.

Date recente de biologie moleculară și genetică au demonstrat transferul de informație genetică între organite și nucleul unui eucariot. Acest flux genic constituie un argument important în sprijinul ipotezei endosimbiotice prin care se explică semi-autonomia organitelor. Rămîn însă



obscure mecanisme care au dirijat acest flux masiv unidirecțional, de la organite spre nucleu.

4. Unele descoperiri de dată recentă și anume, prezența intronilor în unele gene plastidiale și mitocondriale ca și utilizarea de către unele mitocondrii (ex. moticondriile umane, șoarece și drojdii) a unui cod genetic propriu necesită noi argumentări din partea partizanilor ipotezelor endosimbiotice. Literatura de specialitate consemnează deja numeroase tentative de argumentare, dar ele modifică întrucâtva datele problemei. Astfel, Doolittle și Darnell (1979) au subliniat că este foarte greu de întrevăzut cum au putut apare intronii într-un genom din care inițial lipseau. De aceea ei au sugerat că ambele tipuri de organizare genetică au derivat dintr-o formă predecesoare caracterizată de discontinuitate genică. Autorii citați susțin că în aceste organisme primitive replicarea ADN, transcrierea și translația se produceau cu mai puțină fidelitate și că redundanța (sub forma exonilor repetați, conexați cu intronii în gene) era necesară pentru a produce tipuri adecvate de proteine funcționale. În timpul evoluției ce a urmat procariotele au eliminat intronii și secvențele repetitive, iar eucariotele le-au menținut. amplificat și exploatat. De aici se poate deduce că la procariote selecția „r” a fost probabil foarte importantă ducând la eliminarea gradată a intronilor și a secvențelor repetitive, a oricărui tip de ADN-redundant, și de aici la miniaturizare. Beneficiul a fost creșterea eficienței, iar prețul reducerea drastică a potențialului evolutiv până la un nivel apropiat de cel al mutației punctiforme. Ca urmare procariotele actuale reprezintă o linie laterală de evoluție, caracterizate de o complexitate morfologică și funcțională limitată datorită reducerii cantității și calității informației genetice.

Evoluția eucariotelor, la care cea mai mare parte din ADN este redundanț, a fost dominată de selecția „K”, însușirile redundante fiind mai degrabă dezvoltate și exploatate decât eliminate, ceea ce le conferă un înalt grad de plasticitate genetică, un remarcabil potențial evolutiv.

Se apreciază că eucariotele primitive erau lipsite de peretele celular, ceea ce a constituit pentru un moment un avantaj evolutiv. Cheia succesului inițial ar consta în posibilitatea lor de endocitoză (în special de fagocitoză) (Stanier, 1970); această capacitate de fagocitoză a asigurat progresul evolutiv al eucariotelor într-o lume a procariotelor, iar diversificarea structurală ulterioară le-a permis creșterea în dimensiune și exploatarea unor posibilități închise pentru organismele foarte mici sau având un perete celular rigid.

Referitor la variațiile care apar (și nu puține la număr) în codul genetic mitocondrial de la diferite organisme, se pare că ele sînt rezultatul unor fenomene mutaționale care s-au produs în perioade diferite ale evoluției genomului mitocondrial. Deoarece ADNmt al plantelor utilizează un codon al argininei pentru codificarea triptofanului, iar ADNmt al animalelor și fungilor codonul stop pentru codificarea aceluiași aminoacid se presupune că aceste mutații trebuie să fi apărut după divergența spițelor vegetală, fungală și animală. De asemenea ADNmt al



animalelor diferă de cel fungal prin modul de utilizare a codonilor pentru arginină, izoleucină și leucină. Acceptînd ideea de mai sus se poate presupune că și aceste mutații s-au produs după divergența evolutivă a ADNmt din ciuperci și animale.

Mutațiile din codul genetic mitochondrial nu se regăsesc în ADN cloroplastic care pare să nu se abată de la codul genetic universal.

Carențele menționate nu pot contrabalansa multiplele argumente ale ipotezelor endosimbiotice care cîștigă mereu noi adepți. Noile descoperiri din domeniul biologiei celulare și moleculare, geneticii ș.a. fundamentează științific tot mai profund aceste interesante ipoteze care propun o modalitate nouă de progres al lumii vii.

Cu toate acestea, merită să luăm în discuție și alte ipoteze care au încercat să explice originea și evoluția celulelor eucariote.

### **Ipotezele dezvoltării continue (ale filiației directe, sau autogenezei)**

Reprezintă o altă categorie de ipoteze care încearcă să explice originea și evoluția macrocompartimentelor caracteristice celulei eucariote. Spre deosebire de ipoteza endosimbiotică, în aceste ipoteze se promovează ideea că toate organismele eucariote au provenit dintr-o celulă ancestrală procariotă care posedă deja un set complet de gene necesar pentru funcționarea căilor aerobă și glicolitică a metabolismului energetic, ca și a celei fotosintetice.

După B o g o r a d (1973), autorul ipotezei „clonării agregatelor de gene”, inițial întregul complement de gene al celulei ancestrale forma o singură unitate structură; ulterior s-a produs o segregare (clonare) a genelor, organizînd în spațiul celular mai multe structuri genetice, relativ independente. Sortarea genelor relate funcțional a constituit prima etapă în diferențierea evolutivă a macrocompartimentelor genetice, specializate funcțional ca: nucleul, mitocondriile și plastidele.

Așadar B o g o r o d consideră ca ancestor al eucariotelor un procariot cu structură unigenomică.

De aceeași părere este și R e i y n d e r s (1975), exprimată în ipoteza „duplicarea ADN-compartimentare-dominare”, dar spre deosebire de B o g o r a d el consideră că structura multigenomică rezultă prin replicarea repetată a genomului inițial, fără ca aceasta să fie urmată de segregarea produșilor de replicare prin diviziune celulară. În consecință toate structurile genetice din ancestorul eucariotelor erau echivalente din punct de vedere al conținutului informațional. O opinie aparte a fost exprimată de S c h w e m m l e r (1979), adept al ipotezei plasmidiale care pornind de la structura genetică a procariotelor actuale, apreciază că este foarte posibil ca organismul procariot care a stat la baza evoluției celulei eucariote să fi avut o organizare multigenomică. Structurile genetice din cadrul aceleiași celule sînt de la început diferențiate din punct de vedere al calității și cantității informației genetice.

S o n ě a (1972) consideră că apariția și dezvoltarea rapidă a eucariotelor s-ar putea explica prin acumularea, asamblarea și capturarea unor plasmide sau altor repliconi mici, similari (ex. genomuri de fag



temperat). Utilitatea lor ca gene suplimentare pentru celula eucariotă ancestrală a favorizat selecția lor rapidă.

Cu toate că între diversele ipoteze ale filiației directe există unele deosebiri privind geneza structurii multigenomice a ancestorului celulei eucariote, toate au un numitor comun și anume mecanismul prin care se realizează compartimentalizarea diverselor genomuri. Toate ipotezele autogenezei admit că genomurile nucleare și cele ale organelor au devenit fizic compartimentate și funcțional specializate în cadrul aceleiași celule prin „sechestrarea” lor de către membrane derivate prin invaginarea complexă a plasmalemei (fig. 5).

După U z e l l și S p o l s k y, toate compartimentele astfel formate conțineau câte un genom complet, avînd potențialitate respiratorie și fotosintetică. Evoluția subsecventă a macrocompartimentelor astfel formate a avut loc cu viteze inegale și anume mai lentă în cazul plastidelor și mitocondriilor comparativ cu a nucleului. Se constată, de asemenea, o diferențiere funcțională progresivă; membranele nucleare își pierd activitățile respiratorii și de fotosinteză, funcții conservate însă discriminator de celelalte compartimente. Potențialul respirator și fotosintetic se va amplifica ulterior prin creșterea suprafeței membranelor organelare prin invaginarea complexă a acestora.

Complexificarea structurii genetice a compartimentului nuclear s-a realizat (după O h n o, 1970) prin duplicarea adițională și un „import”

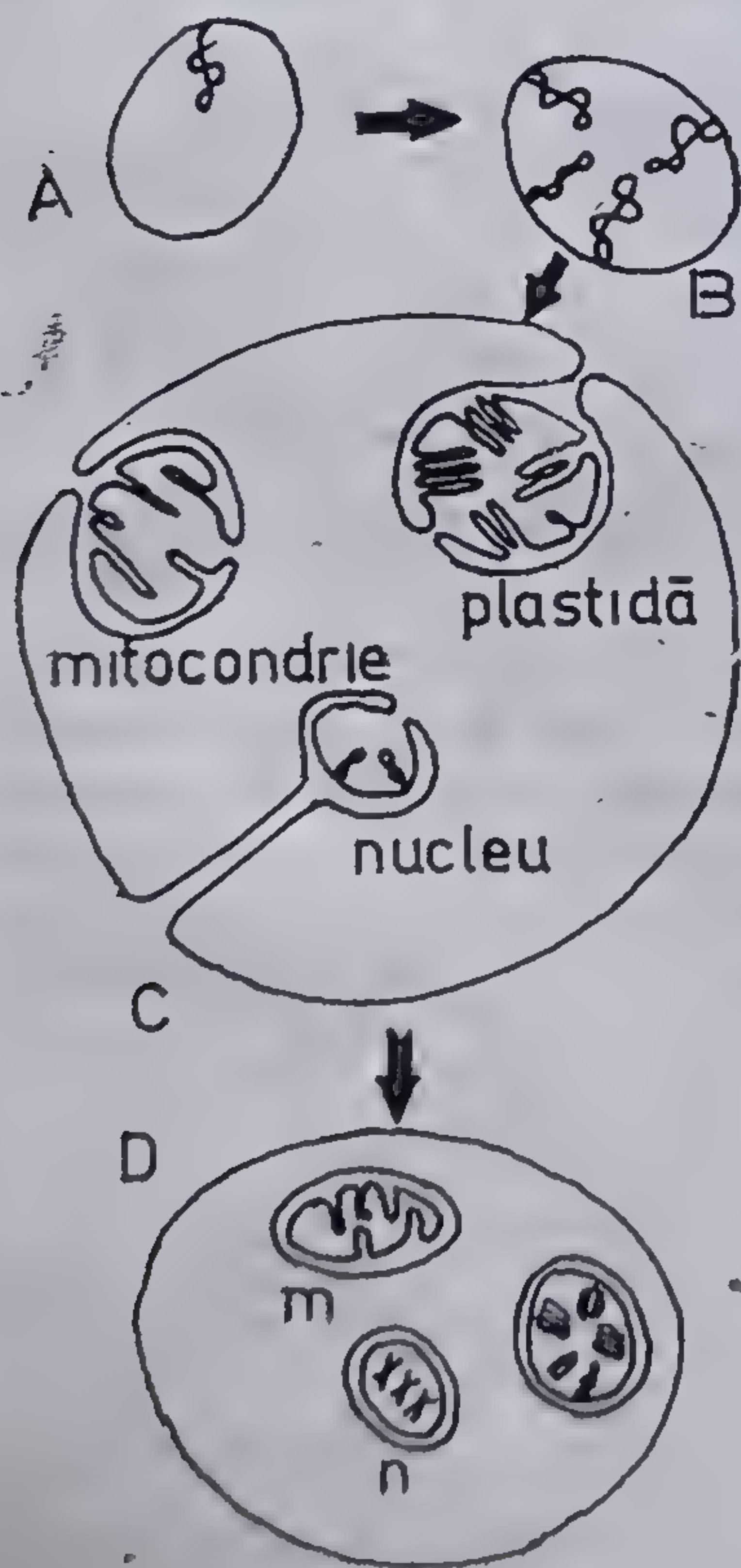
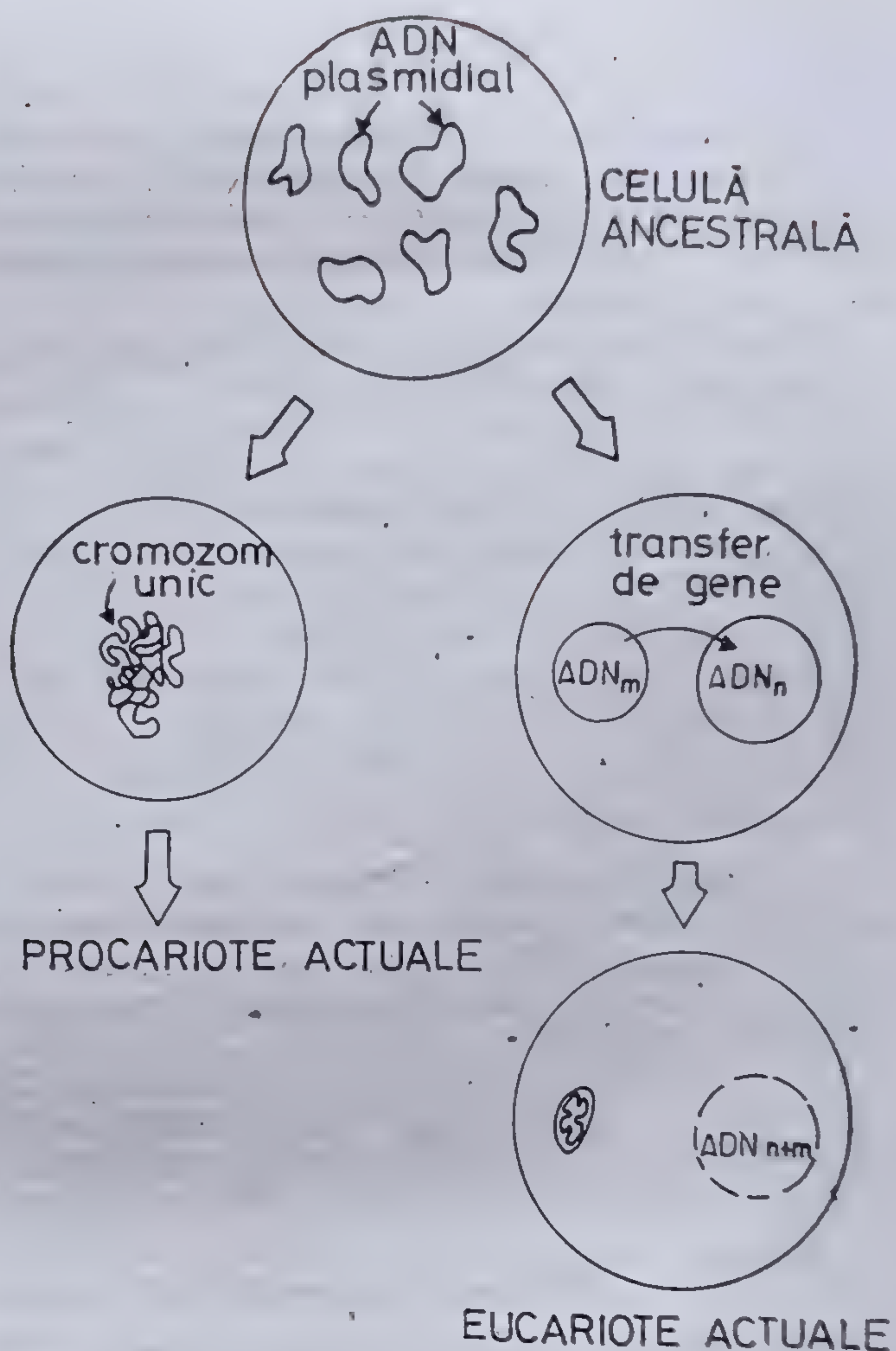


Fig. 5. Reprezentarea diagramatică a ipotezei compartimentării endogene: A, celulă procariotă; B, duplicarea genomurilor procariote; C, sechestrarea genomurilor în compartimente speciale formate prin invaginarea complexă a membranelor celulare; D, celulă eucariotă: m — mitocondrie; n — nucleu; pl — plastidă (U z e l l și S p o l s k y, 1974).



Fig. 6. Ipoteza ancesto-  
rului comun din care au  
derivat prin evoluție  
divergentă procariotele  
și eucariotele (Doolittle  
și Darnell, 1979)



masiv de gene din celelalte compartimente. Consecința acestui transfer substanțial de gene va fi nu numai creșterea conținutului informațional al nucleului paralel cu diminuarea acestuia în organele ci și dependența funcțională tot mai accentuată a plastidelor și mitocondriilor de activitatea genelor nucleare. Cu alte cuvinte s-a instaurat treptat un control centralizat al activității celulare de către nucleu printr-o subordonare a organelor a cărei consecință este creșterea gradului de integralitate și eficiență a sistemului celular.

Potrivit „ipotezei autogenezei” (Taylor 1974) la baza evoluției tuturor celulelor eucariote ar sta un organism procariot, similar cianobacteriilor actuale, denumit *Uralga*. Scenariul genezei celulei eucariote ar fi după Taylor următorul. Într-o primă etapă în zona centrală a celulei acestui organism ipotetic se dezvoltă un nucleoid mare, care într-o fază următoare va fi înconjurat de membrane și astfel transformat într-un nucleu tipic (eucariot). Ulterior are loc o sechestrare a genomu-



rilor auxiliare și o diferențiere funcțională a membranelor, și odată cu aceasta individualizarea diverselor organelor. Cel puțin o parte din celule își pierd peretele dar odată cu aceasta dobîndesc capacitatea de citoză. O altă etapă este marcată de apariția elementelor citoscheletului (microtubulii și microfilamentele), iar prin organizarea acestora vor rezulta organele locomotorii (flagelii) și aparatul mitotic caracteristic diviziunilor cariochinetice.

După Cavalier-Smith (fondatorul *ipotezei citozei*) apariția citozei reprezintă un atribut esențial și universal al eucariotelor deoarece poate furniza mijlocul de compartimentare a materialelor celulare în nucleu, mitocondrii, plastide, lizozomi, etc. prin invaginări ale membranelor celulare și ale tilacoizilor. Pornind de la acest raționament el consideră că organismul ancestral de la care a pornit evoluția spre eucariote a fost o cianobacterie facultativ fototrofă, aerobă (o prealgă) care și-a pierdut peretele celular devenind o „formă L”, capabilă de fagocitoză. Această invenție a fost însoțită de inovația microtubulilor și microfilamentelor care vor conduce nu numai la realizarea compartimentării celulare ci și la apariția unui nou tip de diviziune, diviziunea mitotică, care constituie la rîndul său premiza creșterii complexității genomului nuclear.

Ipotezele dezvoltării continue, deși relativ bine argumentate din punct de vedere științific, au mai puțini partizani datorită unor „slăbiciuni”, esențiale fiind următoarele: ipoteza nu poate explica diferențele majore structural-biochimice și funcționale ale celor două membrane ale învelișurilor mitocondrial și plastidial; de asemenea, ea nu reușește să motiveze convingător de ce complexificarea informației genetice a avut loc numai la nivelul compartimentului nuclear în timp ce genomurile organelor (plastomul și condriomul) s-au conservat sau au evoluat foarte puțin în ultimele 1800 milioane de ani.

### **Ipoteza „progenotului” (Woese, 1981)**

Cu mai mult de două decenii în urmă a fost enunțată ipoteza că sistemele biologice păstrează în organizarea lor, sub forma unor molecule caracteristice, cea mai mare parte din propriul lor trecut. Pornind de la această idee fertilă, potrivit căreia macromoleculele informaționale (cunoscute azi sub denumirea de semantide) sînt efectiv înregistrări ale istoriei organismului respectiv, în ultimul deceniu s-au făcut eforturi deosebite pentru „citirea” și analiza lor compartivă în vederea relevării unor relații genealogice. În consecință, realizările din acest domeniu sînt de-a dreptul impresionante; se cunosc azi structurile globale, sterice și secvenționale a numeroase semantide (molecule ADN, ARN, proteinice) de la o mulțime de taxoni aflați pe diverse trepte de evoluție. Moleculele de ADN, ARN și proteinice s-au dovedit a se comporta ca adevărate „cronomere moleculare” capabile să măsoare nu numai relațiile evolutive ci și distanțele evolutive, permițînd deducerea caracteristicilor unui ancestor comun.

În acest sens Sogin (1972), Fox și Woese (1980) consideră (și propun) moleculele de ARNr ca semantidele cele mai adecvate, pe baza următoarelor argumente:



— ARNr are o origine foarte veche, fiind prezent la toate organisme pro- și eucariote ;

— ARNr îndeplinește același rol la toate organismele, iar structura sa primară variază puțin de la o specie la alta, prezentând secvențe foarte conservatoare (cu evoluție foarte lentă în timp), permițând stabilirea distanțelor evolutive dintre specii foarte îndepărtate filetic ;

— la toate acestea se mai poate adăuga și un alt aspect, deloc neglijabil, și anume, ARNr poate fi ușor izolat în mare cantitate.

Dintre cele 3 (4) specii de ARN cel mai potrivit pentru astfel de analize s-a dovedit a fi ARNr 16S (18S).

Compararea secvențelor nucleotidice din ARNr/16S al halobacteriilor, bacteriilor metanogene, cianobacteriilor și al altor bacterii și din ARNr 18S eucariot\* a arătat că ARNr 16S din halobacterii și bacteriile metanogene conțin un număr mai mare de oligonucleotide comune. ARNr de la celelalte bacterii, dacă se compară între ele, de asemenea arată prezența multor oligonucleotide comune. Dacă se compară ARNr 16S de la halobacterii și bacterii metanogene cu ARNr de la celelalte bacterii se constată un număr mic de oligonucleotide comune. Un număr mic de oligonucleotide comune se constată și în cazul ARNr 16 S și ARNr 18 S, dar ARNr 16 S de la halobacterii și bacteriile metanogene conțin mai multe oligonucleotide comune cu ARNr 18S decât cu ARNr 16S de la celelalte bacterii. Cu alte cuvinte halobacteriile și bacteriile metanogene, sînt mult mai apropiate de eucariote, comparativ cu celelalte bacterii\*\*. Dacă asemănările dintre bacteriile metanogene și halofile cu eubacteriile nu șochează, cele ale unor halofile externe (ex. *Halobacterium* și *Halococcus*) celulele eucariote sînt atît de semnificative încît par suficiente pentru a le putea considera drept punct de plecare al evoluției celulelor de tip eucariot.

Pe baza acestor date și a altor rezultate ale cercetărilor de biologie moleculară, Woese (1977, 1981) ajunge la concluzia că arhebacteriile reprezintă o grupare separată, distinctă de bacterii, o ramură evolutivă care antedatează cu mult apariția primei bacterii adevărate (eubacterie), strămoșul bacteriilor actuale. În consecință Woese este de părere că este necesar a se recunoaște existența a trei regnuri primare (primary kingdoms sau urkingdoms) și anume : *Archaeobacteria* (I) *Eubacteria* (II) și *Urcaryota* (III) (fig. 7).

Conform acestei noi concepții toate organismele actuale au o origine monoarcestrală ; ancestorul universal este progenotul, structură

\* Pentru analiza rezultatelor s-a folosit un coeficient de similaritate binară  $S_{AB}$ , definit ca  $2 \times$  suma bazelor din oligonucleotide cu lungime egală sau mai mare de 6 baze-comune celor două „dicționare” A și B împărțit la suma bazelor prezente, în toate oligonucleotidele A+B, ceea ce poate fi exprimată prin formula

$$S_{AB} = \frac{2 \times \text{suma nucleotidelor comune din A + B}}{\text{suma nucleotidelor oligonucleotidelor A + B}}$$

\*\* Că Archaeobacteriile sînt mai apropiate de eucariote decât de eubacterii este sugerată și de alte însușiri și anume : absența din peretele celular al acidului muramic, rezistența la cloramfenicol și kanamicină (inhibitori ai proteosintezei la eubacterii), sensibilitatea la anizomicină, reacția pozitivă a factorului de elongare.



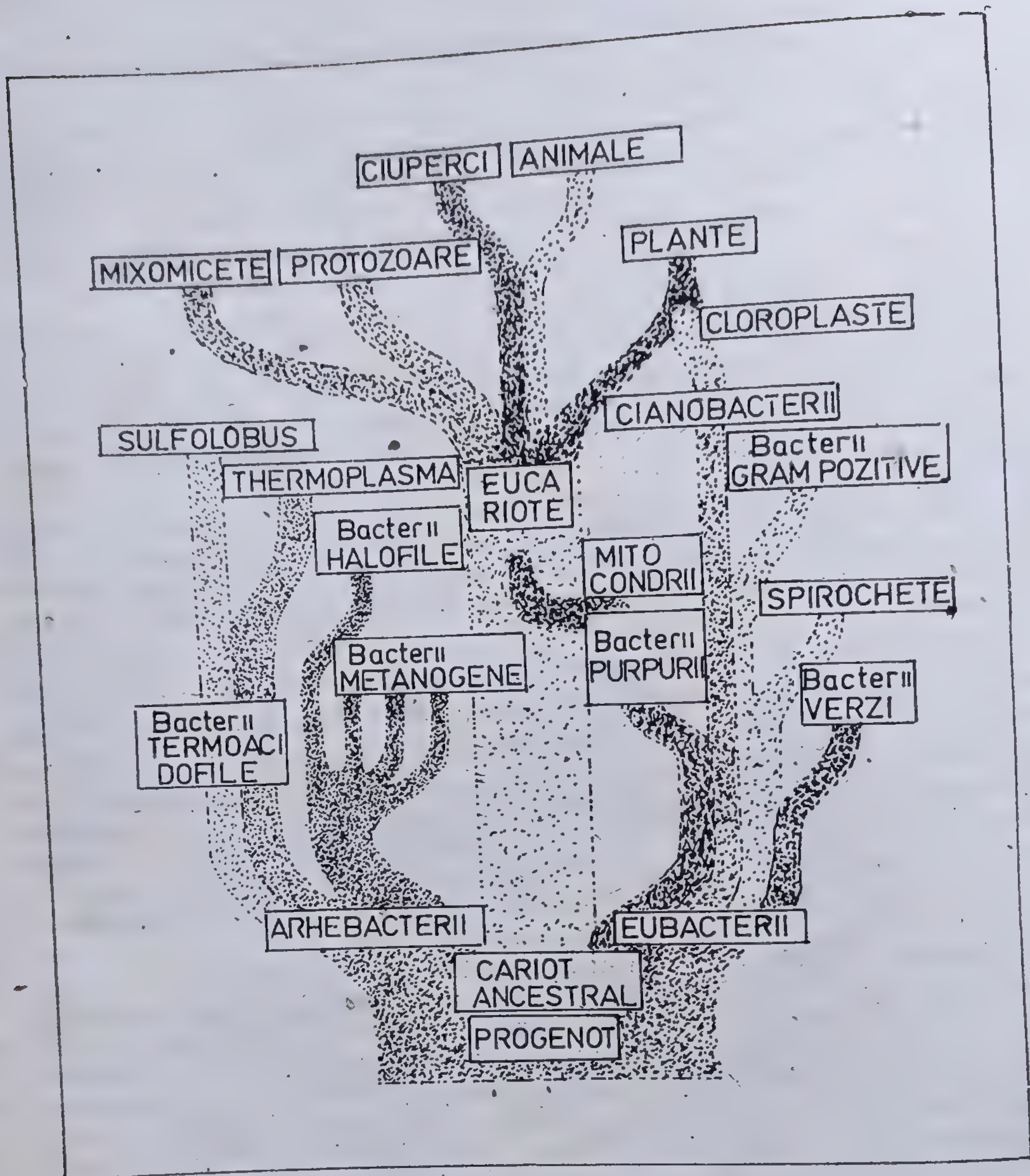


Fig. 7. Arborele filogenetic al viețuitoarelor (Woese, 1981).

ipotetică cu organizare primitivă, mai simplă decât oricare celulă procariotă actuală cu care întrunea puține trăsături comune. Denumirea sugerează o structură genetică primitivă ca și importanța informației genetice în geneza și evoluția materiei vii. Se presupune că în aceste celule primare de tip progenot mecanismele de transcriere și traducere erau imperfecte, bazate exclusiv pe acizi ribonucleici și pe un număr relativ mic de gene. Ca urmare specificitatea biologică era redusă. Evoluția progenotului s-a materializat prin rafinarea treptată a mecanismelor de transcriere și traducere până la stabilirea unei stricte legături între genotip și fenotip. Lumea progenotilor a fost, probabil, alcătuită din entități celulare și subcelulare semiautonome, în care diferite



căi metabolice continuau să apară. În această fază, probabil, că a existat un schimb liber de informație genetică și de structuri moleculare între diferite entități subcelulare (gene, plasmide, organite etc.), ceea ce a avut drept rezultat mozaicul molecular al liniilor descendente. Progenotul a funcționat ca un receptor de material genetic străin. Datorită acestor particularități, în perspectivă evolutivă, progenotul poate fi considerat ca o specie unică (Woese, 1982). Evoluția progenoților spre procariote s-a materializat și printr-o diminuare treptată a amplitudinii schimbului de informație genetică.

De la progenot pornesc două linii primare de evoluție care vor conduce la apariția arhebacteriilor și eubacteriilor, cărora li se va adăuga, într-o etapă ulterioară tardivă, linia de evoluție a eucariotelor. Evoluția progenotului pe cele trei direcții evolutive a început acum 3,5 (3,8) miliarde de ani. Pe linia evolutivă a eucariotelor progenoții au generat, foarte devreme, probabil, chiar mai înainte de apariția strămoșilor bacteriile actuale, celule cariote primitive denumite *urcariote*.

Evoluția ulterioară a entităților ipotetice denumite *urcariote* s-a materializat printr-o amplificare structurală și perfecționare funcțională progresivă și ireversibilă. Apariția organizării eucariote tipice a fost dependentă de unele fenomene endosimbiotice. Numai în momentul în care eucariotele devin gazde pentru unele bacterii endosimbionte care vor evolua spre plastide și mitocondrii acestea se vor transforma în celule eucariote. Se apreciază că mitocondriile au provenit din bacterii fotosintetizante purpurii, iar cloroplastele din cianobacterii (Woese și Gibson, 1979), în urma unei evoluții regresive datorită statutului lor de endosimbionți. Având în vedere unele asemănări biochimice între eucariote și arhebacterii nu trebuie exclusă participarea acestor bacterii la geneza structurii de tip eucariot.

După Woese (1982) eucariotele trebuie considerate ființe himerice conținând în afară de gene eucariote și gene eubacteriene și arhebacteriene.

---

G la toxina difterică, înfierea translației informației genetice de către metionină, numărul mai mare de proteine ribozomale (58—64) (numărul intermediar între eubacterii și eucariote) și de polipeptide componente ale ARN-polimerazei-ADN dependentă (9—10) ș.a. Din cercetările lui Sapienza și Doolittle (1981) rezultă și un alt aspect, deosebit de interesant, și anume că genomul la *Halobacterium halobium* și *H. volcanii* conține numeroase secvențe repetate, ceea ce constituie o particularitate majoră a organizării genomului eucariot.



# LUMEA PLANTELOR ȘI ANIMALELOR

## ORIGINEA ONTOGENETICĂ A ORGANELOR LA PLANTE (ORGANOGENEZA)

Conf. dr. docent GABRIELA ȘERBANESCU-JITARIU  
Fac. Biologie—Geologie—Geografie — București

Procesul de formare a organelor în cursul dezvoltării individuale a organismelor vegetale sau animale este cunoscut sub numele de *organogeneză*.

Noțiunea de *organogeneză* nu este echivalentă cu aceea de *organografie*; aceasta din urmă cuprinde un domeniu vast de cunoștințe referitoare la prezentarea morfo-anatomică a organelor constitutive ale unui organism precum și privitor la dezvoltarea lor ontogenetică (diferențierea organică) și cea filogenetică (diferențierea istorică) în funcție de adaptarea la condițiile impuse de mediul ambiant.

Această deosebire dintre cele două noțiuni, organogeneză și organografie, care adesea sînt confundate, trebuie bine precizate fiindcă în unele lucrări sînt prezentate ca sinonime deși în fapt totul se referă la organografie sau organogeneză.

În evoluția plantelor, organele sînt elemente caracteristice numai celor superioare la care corpul poartă denumirea de *corm* și grupul de astfel de plante *Cormobionta* (*Cormophyta*).

Dat fiind că activitatea fiecărui organism este dirijată în două direcții principale — nutriție și reproducere — organele care îndeplinesc funcțiile respective sînt denumite *vegetative* (rădăcina, tulpina și frunza pentru primul caz) alcătuite din celule somatice și *reproducătoare* (floarea), alcătuite din celule reproducătoare sexuate și asexuate, în cazul funcției de reproducere.

Cu această remarcă de ordin general se poate trece la discutarea procesului de dezvoltare ontogenetică a organelor menționate, respectiv la conținutul noțiunii de *organogeneză*.

În dezvoltarea oricărei plante superioare punctul de plecare îl constituie *celula-ou* sau *zigotul*, care reprezintă prima fază ontogenetică, din acesta, prin diviziuni succesive luînd naștere *embrionul* (în fapt o plantă în miniatură), împlinindu-se astfel și a doua fază ontogenetică.

Embrionul este alcătuit numai din organe vegetative în miniatură, care sînt rădăcina, tulpina, unul sau mai multe cotiledoane care de fapt reprezintă primele frunze.



Toate aceste organe ale embrionului se formează în urma unui proces de diferențiere organică care determină alcătuirea organelor mature, proces exprimat prin noțiunea de *organogeneza*.

Vorbind de organogeneza la plantele superioare se pot distinge următoarele etape :

- *rizogeneza* — diferențierea rădăcinii ;
- *caulogeneza* — diferențierea tulpinii ;
- *filogeneza* — diferențierea frunzei ;
- *antogeneza* — diferențierea florii ;
- *carpogeneza* — diferențierea fructului și
- *seminogeneza* — diferențierea seminței ;

Trebuie menționat că în primele faze ale dezvoltării organelor, acestea sînt alcătuite din țesuturi meristemate ale căror celule au facultatea de a se înmulți uniform și continuu, asigurînd creșterea, după care printre acestea se intercalează țesuturi definitive, care în timp se vor diferenția.

Disponerea celulelor în organe are loc în legătură cu capacitatea acestora de a răspunde prin adaptare și specializare influenței factorilor externi și interni, conducînd astfel la formarea organelor — obiectul studiului organogenezei.

În perioada de formare atît a embrionului și plantulei, cît și a plantei mature factorii care acționează pot provoca în timpul dezvoltării lor apariția a o serie de caractere diferențiale care, în final, conduc la diferite variații.

Organele plantelor în creșterea și dezvoltarea lor se deosebesc esențial de cele ale animalelor întrucît la acestea din urmă toate organele odată formate nu mai dau naștere la altele, nici nu se ramifică, pe cînd la plante se pot diferenția toată viața organele existente datorită țesuturilor meristemate care le alcătuiesc precum și modului specific de hrănire care constă în procurarea elementelor nutritive din aer și sol. Datorită acestui fapt plantele au nevoie de noi mijloace de investigare și fiind fixate în sol, deci lipsite de posibilitatea deplasărilor de la un loc la altul, explorează noi terenuri din vecinătatea imediată prin apariția de ramificații ale acestor organe.

### Rizogeneza

La plantele cu flori (antofite) oul sau zigotul ia naștere din oosferă, care este situată în ovul, în urma procesului de fecundare. Ca rezultat final a acestui proces se formează sămînța, care conține, la maturitate, embrionul.

Diviziunile succesive ale zigotului conduc la formarea embrionului cu cele trei organe vegetative menționate deja. Ca urmare a unei activități intense de multiplicare celulară are loc o diferențiere care conduce la constituirea rădăcinii (*radiculei*) din care apoi se dezvoltă rădăcina principală. Referitor la originea ontogenetică a rădăcinii se cunoaște



faptul că încă de la prima diviziune a zigotului se stabilește axul de polaritate viitoare a organismului în devenire, la polul bazal formându-se radica. Din aceasta se va forma organul matur rădăcina principală, în același timp, în numeroase cazuri avînd loc și o diferențiere celulară calitativă care dă naștere unei formațiuni cu rol de hrănire pentru întregul embrion, denumită *suspensor* sau *haustoriu*. Rădăcina în curs de formare, ca urmare a necesității de a asigura hrănirea întregii plante, formează ramificații de diferite ordine care contribuie prin explorarea și captarea substanțelor nutritive din solul în care se află, la dezvoltarea plantei atît în primele stadii de evoluție pînă la maturizare, cît și ca plantă matură, cînd însăși rădăcina a devenit un organ matur.

Originea țesuturilor meristemice, în stadiul lor inițial apoi ca țesuturi definitive, se află în *celula inițială* (una sau mai multe) care rezultă în timpul diviziunii celulei-ou (zigot).

În primele stadii de dezvoltare a acestui organ — rădăcina — celula inițială se află situată în vîrfu acestuia, zonă denumită chiar „vîrf”, sau, din cauza formei, *con vegetativ*.

Numărul celulelor inițiale variază în scara evolutivă a plantelor superioare. La majoritatea *Pteridophytae*-lor în vîrfu vegetativ al rădăcinii se află o singură celulă inițială de formă prismatică cu trei fețe laterale triunghiulare și o bază orientată chiar spre vîrf. Diviziunea acesteia are loc în două direcții: paralelă cu baza, primind numele de *anticlinală* și paralelă cu fețele laterale, numită *periclinală*. În urma acestor diviziuni se formează o serie de celule numite *segment* care se situează într-o poziție stratificată, cu celulele cele mai tinere în partea internă. În procesul de creștere, celulele tinere din interior împing pe cele mai vechi spre exterior, care ajungînd la un stadiu avansat de maturizare se distrug, exfoliindu-se; în interior formarea celulelor tinere are loc continuu, la rîndul lor ajungînd, prin împingere de către primele, spre exterior unde înlocuiesc pe cele îmbătrînite și în final se distrug prin exfoliere (fig. 1).

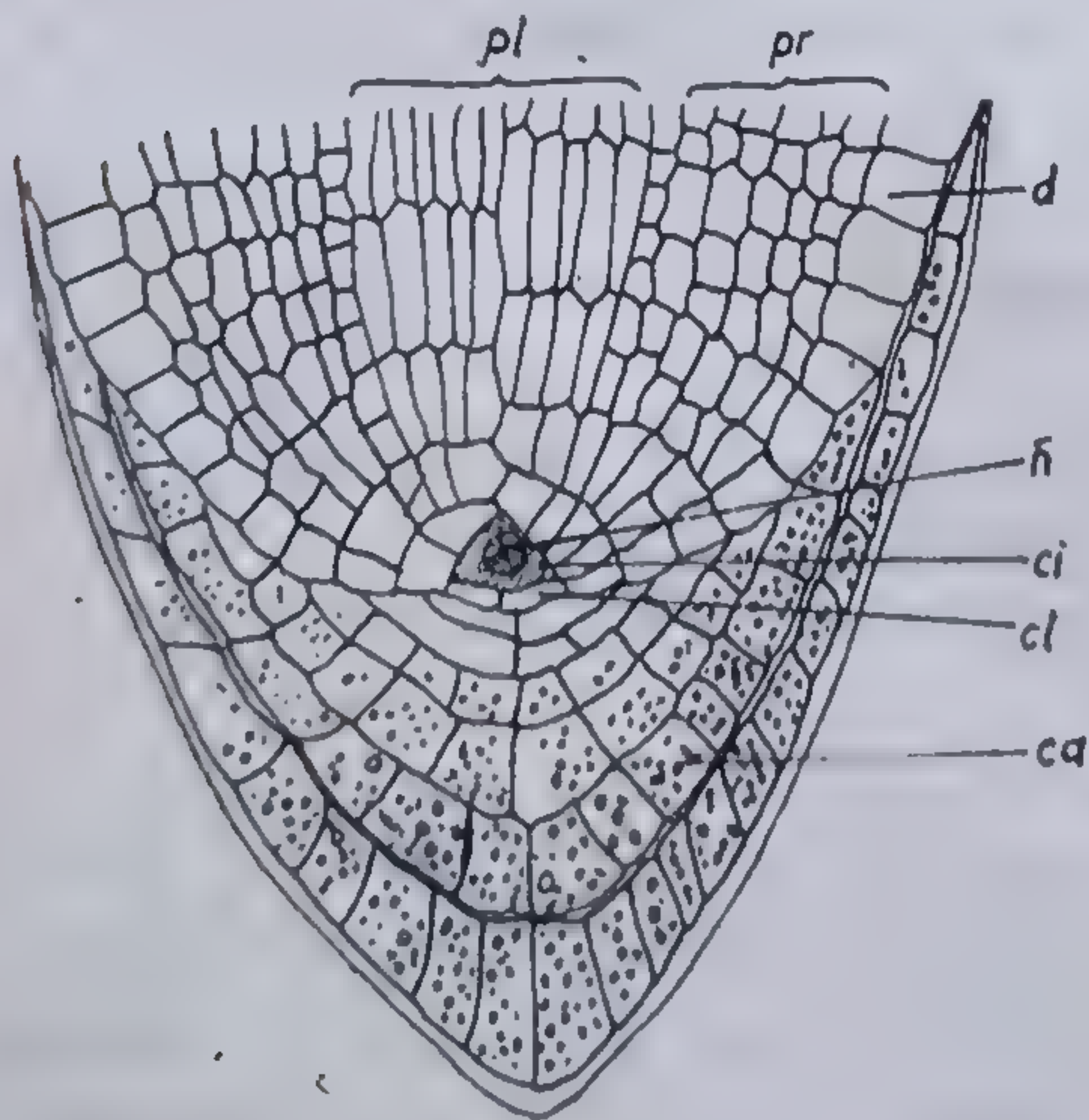


Fig. 1 — Secțiune longitudinală prin vîrfu vegetativ al unei rădăcini de *Pteris* sp.: ca, caliptră; cl, celulă inițială; ci, caliptrogen; d, dermatogen; n, nucleu; pl, plerom; pr, periblem.



La unele ferigi vîrfurile vegetative sînt constituite din grupe de celule inițiale, așa cum se constată la *Lycopodiales*, *Ophioglossales* și *Marattiales*.

La *Gymnospermae* în vîrful vegetativ pot exista mai rar două celule inițiale, la majoritatea plantelor din această încrengătură existînd două grupuri sau straturi de celule inițiale. În ultimul caz dispoziția celulelor este variată, adică pot fi inițiale alăturate, suprapuse (etajate) sau în același timp alăturate și suprapuse.

Din stratul de celule dispuse spre interior, prin diviziuni alternative, periclinale și anticlinale, derivă *pleromul* care mai apoi formează masa principală a corpului rădăcinii; din stratul de celule dispuse spre exterior, prin diviziuni preponderent periclinale ia mai întîi naștere *periblemul* și din acesta mai tîrziu se diferențiază *scoarța*, *scufia* și *dermatogenul*, acesta generînd *rizoderma*.

Unii autori menționează că la *Pseudotsuga taxifolia* se distinge o tunică rezultă din diviziunea anticlinală care dă naștere la un meristem în șiruri, din acesta formîndu-se *rizoderma* și *scoarța*. De asemenea se remarcă și un corpus ale cărui celule se divid în toate direcțiile, rezultînd tot un meristem în șiruri din care se va forma cea mai mare parte a cilindrului central (fig. 2).

La *Angiospermae* în vîrful rădăcinii se află un centru generator stratificat, alcătuit din mai multe grupe independente de celule inițiale din care prin diviziuni periclinale rezultă țesuturile permanente ale rădăcinii; acestea se realizează pe căi diferite la diversele grupe sistematice. Astfel, la majoritatea *Dicotyledonatae*-lor în vîrful vegetativ al rădăcinii sînt prezente trei etaje de celule inițiale, prin diviziunea acestora formîndu-se în ordine *dermatogenul*, *periblemul* și *pleromul*. Din grupa de celule inițiale de la exterior se diferențiază *dermatogenul* din care mai apoi se formează *caliptra* și *protodermul*. Grupa mijlocie de celule inițiale generează *periblemul* și din acesta se diferențiază *scoarța*, inclusiv *endodermul*. Ultima grupă de celule inițiale dinspre exterior formează *pleromul*, care în final va genera *cilindrul central* alături de *pericambiu*. Toate grupele (etajele) de celule inițiale descrise constituie complexul de inițiale care pot fi observate în vîrful vegetativ al rădăcinii de la *Brassica napus* (fig. 3). La alte unități sistematice din același grup de celule inițiale se diferențiază *caliptra*, *dermatogenul* și



Fig. 2 — Structura apexului rădăcinii de *Pseudotsuga taxifolia* (schemă): 1. zona de celule mame ale cilindrului central; 2. zona de celule mame ale columelei; 3. zona de celule mame ale scoarței; 4. columela; 5. scufia; 6. cilindrul central; 7. scoarța.



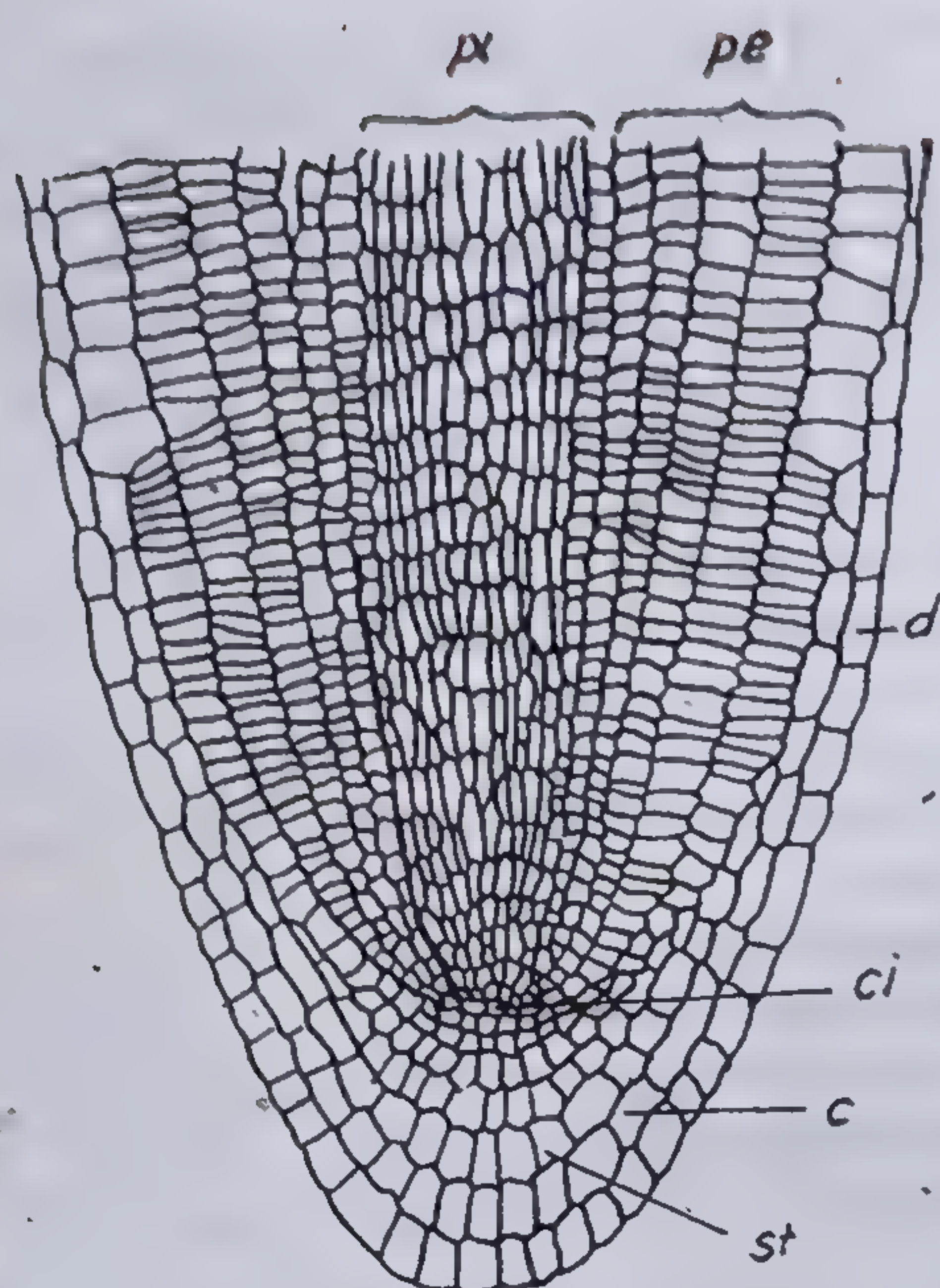


Fig. 3 — Secțiune longitudinală prin vârful rădăcinii la *Brassica napus*: c. caliptră; ci. celulă inițială; d. dermatogen; pe. periblem; pl. plerom.

periblemul, iar pleromul din alt grup de celule inițiale, ca de exemplu la *Helianthus annuus*.

La *Monocotyledonatae* din celulele inițiale ale etajului intern se formează pleromul, din cel mijlociu — dermatogenul și periblemul, iar din cel extern se formează caliptrogenul. La unele *Monocotyledonatae* caliptra se diferențiază din același grup de inițiale ca și pleromul. La *Allium sativum* toate meristemele rădăcinii se diferențiază dintr-un singur complex de celule inițiale.

Din cele menționate pînă aici se desprinde că în vârful vegetativ al rădăcinii de la *Angiospermae* diferențierea țesuturilor meristemate din complexul de celule inițiale se realizează diferit la diversele grupe de unități sistematice ale acestei vaste încrângături.

Acest fapt a condus la stabilirea a două tipuri fundamentale de diferențiere a țesuturilor meristemate din care derivă țesuturile definitive ale rădăcinii.

Un prim tip este cel închis, în care sînt incluse toate cazurile cu celule inițiale distincte din care se formează mai întîi meristemele.

Al doilea tip este cel deschis, ce cuprinde cazurile în care celulele inițiale generatoare de meristeme nu sînt distincte.

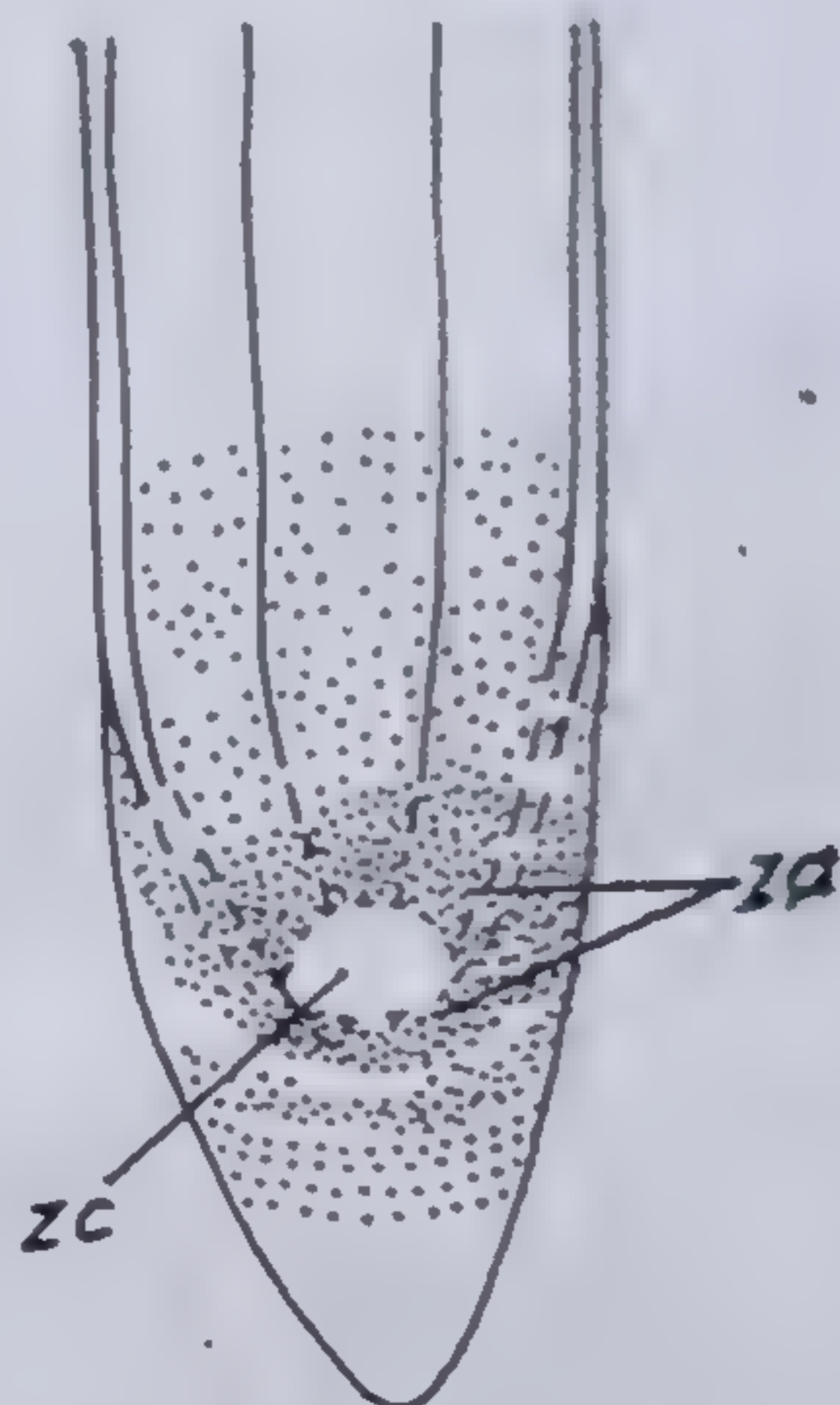
Complexul de celule inițiale constituie un rezervor de celule caracterizate prin activitatea mare a acestora, prin sinteza auxinelor ce are loc în interiorul lor și prin formarea sursei de celule diploide, care le înlocuiesc pe cele poliploide și aneuploide.

Studiile efectuate asupra vârfului vegetativ al rădăcinii pun în evidență faptul că celulele inițiale se înmulțesc foarte puțin în comparație cu celelalte celule meristemate vecine. Astfel, zona celulelor inițiale este caracterizată printr-o activitate meristematică slabă, constituind



aşa-numita zonă cuiescentă. În jurul acesteia, celulele se înmulţesc activ şi stau la originea tuturor ţesuturilor rădăcinii, constituind zona activă (fig. 4).

Fig. 4 — Zonele active şi zonele cuiescente din meristemul apical al rădăcinii: za. zonă activă; zc. zonă cuiescentă.



La majoritatea plantelor rădăcina se ramifică începînd din partea bazală a acesteia şi foarte rar se întîlnesc rădăcini neramificate. Cea mai frecventă ramificare a rădăcinii este cea *monopodială* care se caracterizează prin prezenţa unei rădăcini principale de pe care pornesc ramificaţii laterale şi acestea, la rîndul lor, de asemenea se pot ramifica de diferite ordine. În felul acesta ia naştere un sistem radicular în care ramificaţiile de orice ordin sînt cunoscute sub numele de *radicele*. Ele se dezvoltă din periciclu (acesta se mai numeşte şi pericambiu) în dreptul unui fascicul lemnos sub formă unui masiv tisular care îşi are originea în trei etaje de celule iniţiale ce au luat naştere în urma diviziunii cîtorva celule din periciclu. La *Dicotyledonatae* are loc mai întîi o alungire radieră a cîtorva celule din periciclu, numite *rizogene*, care suferă o serie de diviziuni ce conduc la transformarea acestora în celule meristemate (iniţiale). Din activitatea acestor celule iniţiale se formează dermatogenul, periblemul şi pleromul, care vor genera, fiecare în parte, ţesuturile definitive caracteristice rădăcinii (fig. 5).

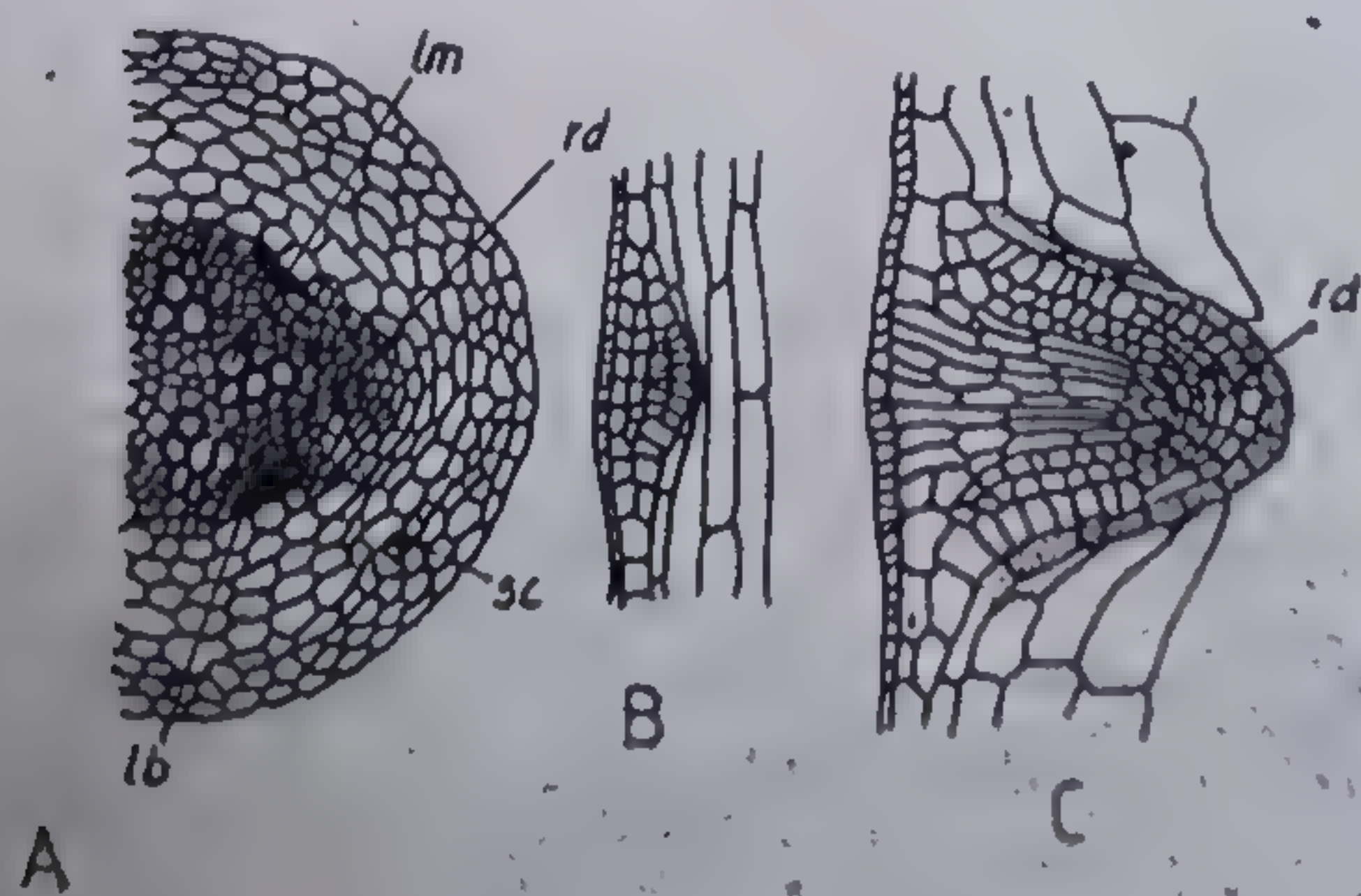


Fig. 5 — Originea şi dezvoltarea radicelelor: A. la *Vicia faba* (secţiune transversală); B, C — la *Reseda sp.* (secţiune longitudinală).



Radicelele se mai pot forma pornind și din endodermă.

În urma primei diviziuni anticlinale rezultă două etaje de celule suprapuse dintre care cel intern constituie originea pleromului. Celulele din etajul extern se divid din nou, dintre acestea cele externe vor da naștere dermatogenului și caliptrogenului, iar cele interne periblemului. Prin diviziunile care au avut loc în felul descris s-a format primordiul radicelei. La Monocotyledonatae diferențierea țesuturilor radicelei se realizează puțin diferit, în sensul că din celulele inițiale ale etajului extern se diferențiază numai caliptrogenul; dermatogenul împreună cu periblemul iau naștere din etajul intern, iar pleromul se formează în același mod ca la Dicotyledonatae, adică își au originea în etajul intern de celule, în urma primei diviziuni, (fig. 6).

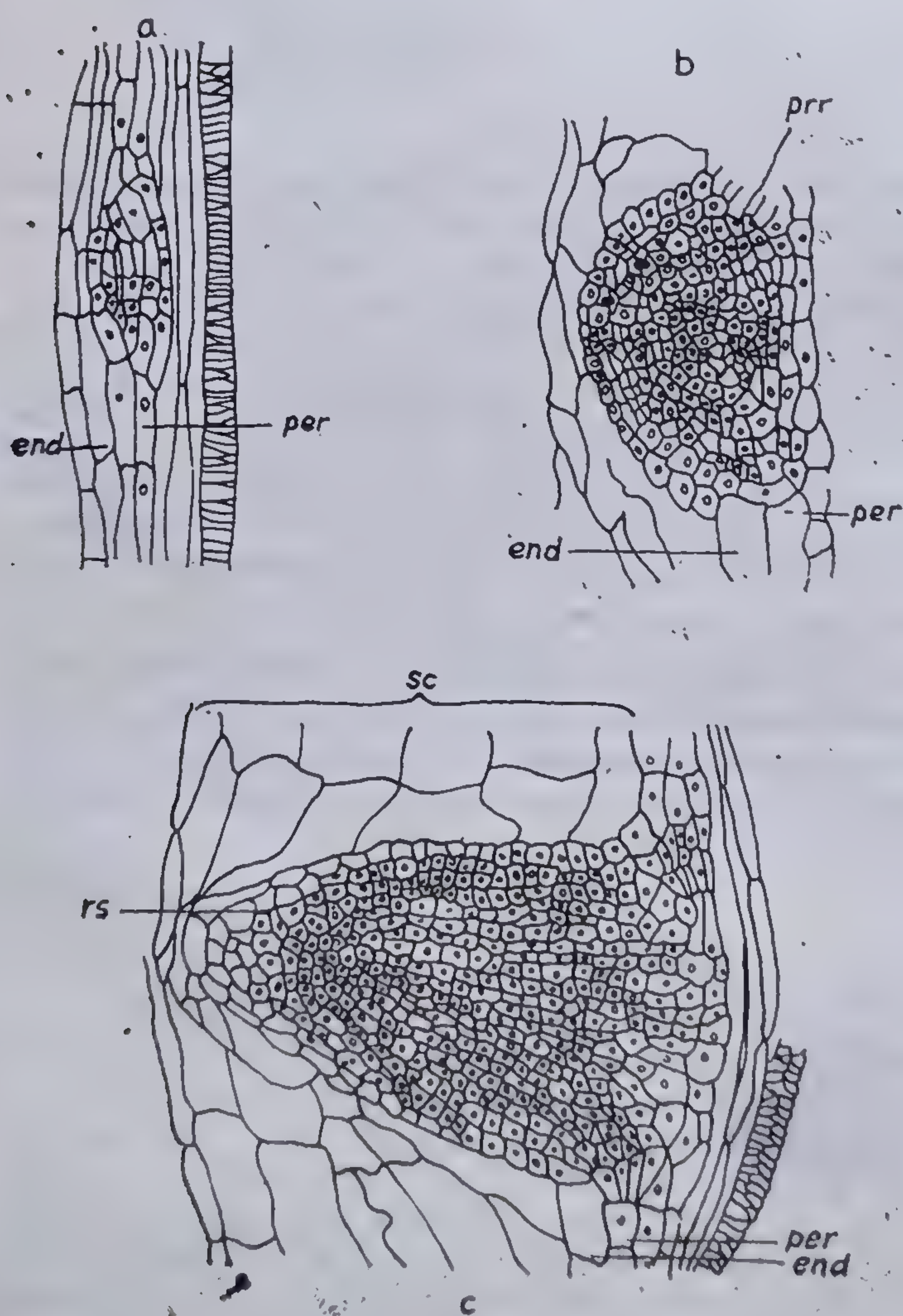


Fig. 6 — Formarea radicelelor la *Daucus carota* (a, b, c) — diferite stadii: end, endoderm; per, pericicl; pr, primordiu radice-lar; rs, rădăcină se-cundară (radicelă); sc, scoarță.



## Caulogeneza

Tulpina principală ia naștere din axa hipocotilă a embrionului, numită și *tulpiniță*. Pe această axă s-a diferențiat un muguraș și din acesta ara hipocotilă, care, în final, formează tulpina. Acest organ se va ramifica prin *ramuri*, care, în urma unor multiplicări după anumite reguli de creștere, vor da înfățișarea plantei mature constituind și un criteriu de diferențiere după habitus. Tulpina, în cursul evoluției sale spre stadiul de maturitate, dă naștere prin diferențiere morfo-anatomică a anumitor părți și la organele reproducătoare, încheindu-se astfel ciclul de dezvoltare al plantei.

Durata unui ciclu de dezvoltare nu este constantă; unele plante au ciclul complet de dezvoltare într-un an (plante anuale), altele în doi ani (plante bienale) și de mai mulți ani (plante perene). Acestea din urmă pot înflori și fructifica o singură dată în viață sau de mai multe ori.

Formarea ramurilor la planta matură este datorată activității unor *celule inițiale* care sînt localizate la nivelul conurilor vegetative. La acestea apar mai întîi mici ridicături denumite *primordii* alcătuite din țesuturi meristemate (tunica și corpusul) la nivelul cărora are loc o diferențiere celulară. În urma acestui proces apar țesuturile definitive și prin diferențiere organică se definitivează organele de tipul ramurilor (fig. 7).

În dezvoltarea tuturor organelor sînt parcurse următoarele etape: embrionară (meristematică), de alungire și de diferențiere. În prima etapă are loc diviziunea celulelor meristemate în celule fiice care cresc ajungînd la mărimea celulelor mamă, în a doua etapă are loc numai o alungire a acestora, iar în ultima etapă se realizează procesul de diferențiere caracterizat prin formarea țesuturilor definitive.

În toate aceste etape au loc o serie de modificări la nivelul celulelor, mai întîi ele cresc în volum și greutate, apoi are loc o acumulare accentuată de apă la nivelul vacuolelor și în final se realizează îngroșarea pereților celulari prin depozitarea diferitelor substanțe necesare dezvoltării plantei.

Celulele inițiale cu țesuturile meristemate ce se diferențiază din acestea constituie vîrfurile vegetative de la tulpinițele plantulelor în dezvoltare care sînt variate ca formă. La *Clematis*, de exemplu, vîrfurile

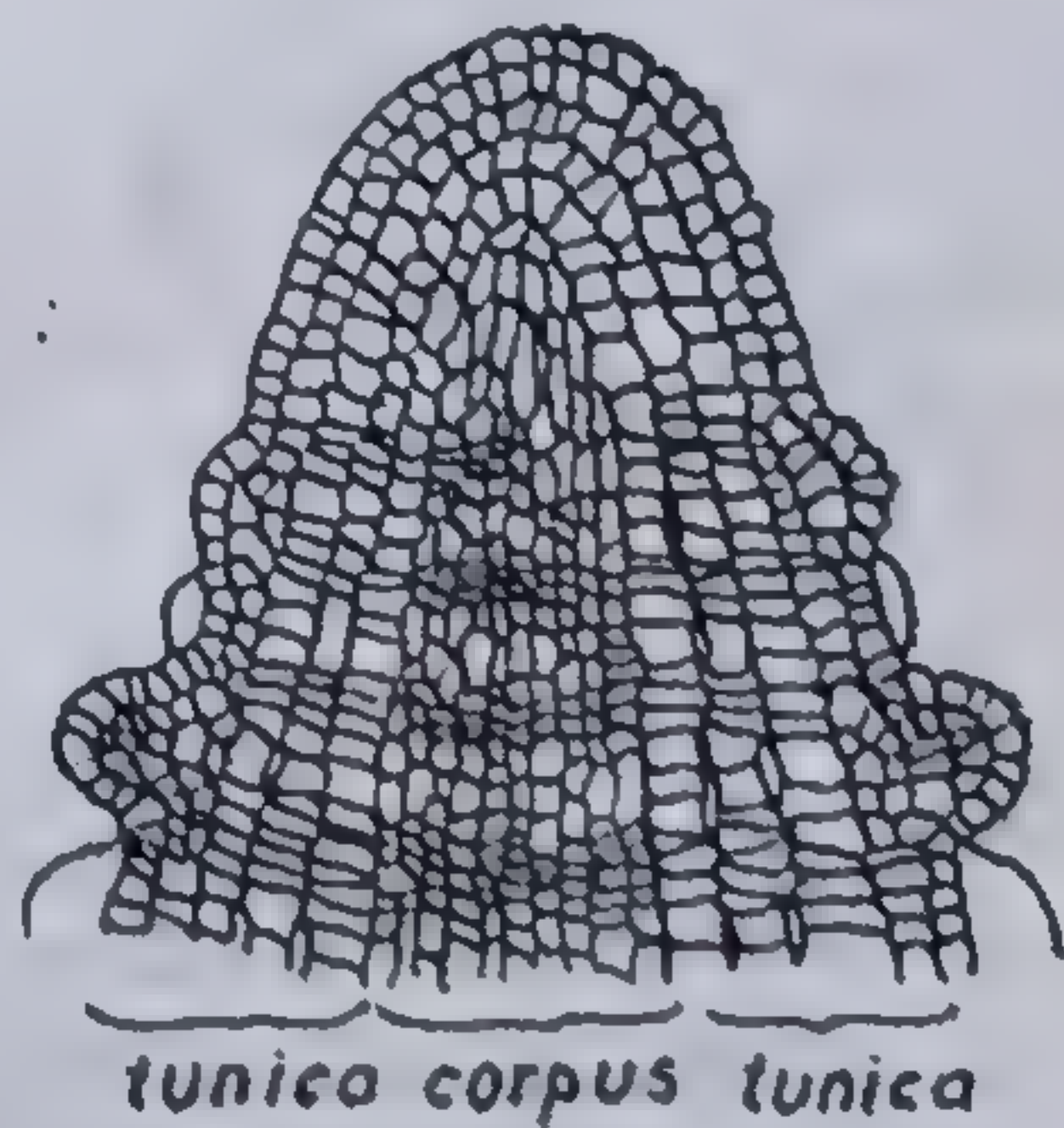


Fig. 7 — Secțiune longitudinală prin vârful vegetativ caulinar de *Hippuris vulgaris*.



vegetativ este turtit; la *Compositae* este plan; la *Vitis*, bombat, la *Ranunculaceae* este conic.

Datele prezentate cu privire la vârful vegetativ al rădăcinii sînt valabile și în cazul tulpinii. Diferențierea din promeristem a trei meristeme primare — dermatogenul, periblemul și pleromul — este cunoscută și la tulpină unde iau naștere cele trei părți caracteristice — epiderma, scoarța și cilindrul central. Inițialele din apexul tulpinal dau naștere prin diviziuni repetate meristemelor primordiale embrionare sau promeristeme.

Din promeristem se diferențiază meristemele primare, cu rol în creșterea în lungime. La rîndul lor meristemele primare constituie locul de diferențiere a protodermei sau dermatogenului (din care se diferențiază sistemul epidermal), a meristemului fundamental (din care ia naștere sistemul țesuturilor fundamentale sau parenchimatice) și a procambiumului (din care rezultă țesutul vascular primar, numit și țesut provascular).

Urmărind evoluția forma și numărul celulelor inițiale în vârful vegetativ tulpinal, se constată că acestea variază foarte mult în cadrul marilor grupe sistematice de plante.

La *Pteridophyta* există o singură celulă inițială de forma unei piramide cu trei fețe laterale (tetraedru) la care baza este convexă și reprezintă fața externă. O astfel de celulă inițială văzută din vîrf apare ca un triunghi echilateral.

În apexul tulpinal de la *Lycopsida* și la majoritatea *Gymnospermae*-lor se află un grup de celule inițiale echivalente care se pot divide atît anticlinal, cît și periclinal.

La unele *Gymnospermae* mai evaluate și la toate *Angiospermae*-le celulele inițiale sînt dispuse în mai multe etaje din care se formează prin diviziunea anticlinală și periclinală a grupului cel mai intern de celule toate zonele centrale ale tulpinii. Restul de celule inițiale se divid exclusiv anticlinal și au un rol important în mărirea suprafeței formîndu-se astfel epiderma și uneori mai multe straturi externe ale scoarței.

Din cele expuse pînă aici rezultă existența variației formei și complexității structurii vîrfurilor vegetative ale tulpinelor, fapt pentru care au fost emise mai multe teorii pentru interpretarea constituției țesuturilor.

Una din teorii — și cea mai veche (1862) — formulată de Hofmeister, susține că în vîrfurile vegetative ale tuturor tulpinelor există o singură celulă inițială. Aceasta are forma unei piramide cu 3—5 fețe și se divide atît anticlinal, cît și periclinal, dînd naștere meristemelor vîrfului vegetativ. Această teorie este valabilă numai pentru unele *Pteridophytae*, exemplu *Equisetaceae* și cîteva specii de *Selaginella*.

O altă teorie este cea a histogenelor emisă de Hanstein în 1864, care susține existența mai multor celule inițiale suprapuse. Din diviziunea acestora rezultă meristemele prezente în vîrfurile vegetative ale rădăcinilor. Tulpina însă are particularitatea că în vîrfurile vegetative periblemul și pleromul în foarte numeroase cazuri nu se deosebesc, iar în altă serie de cazuri se disting anevoie.



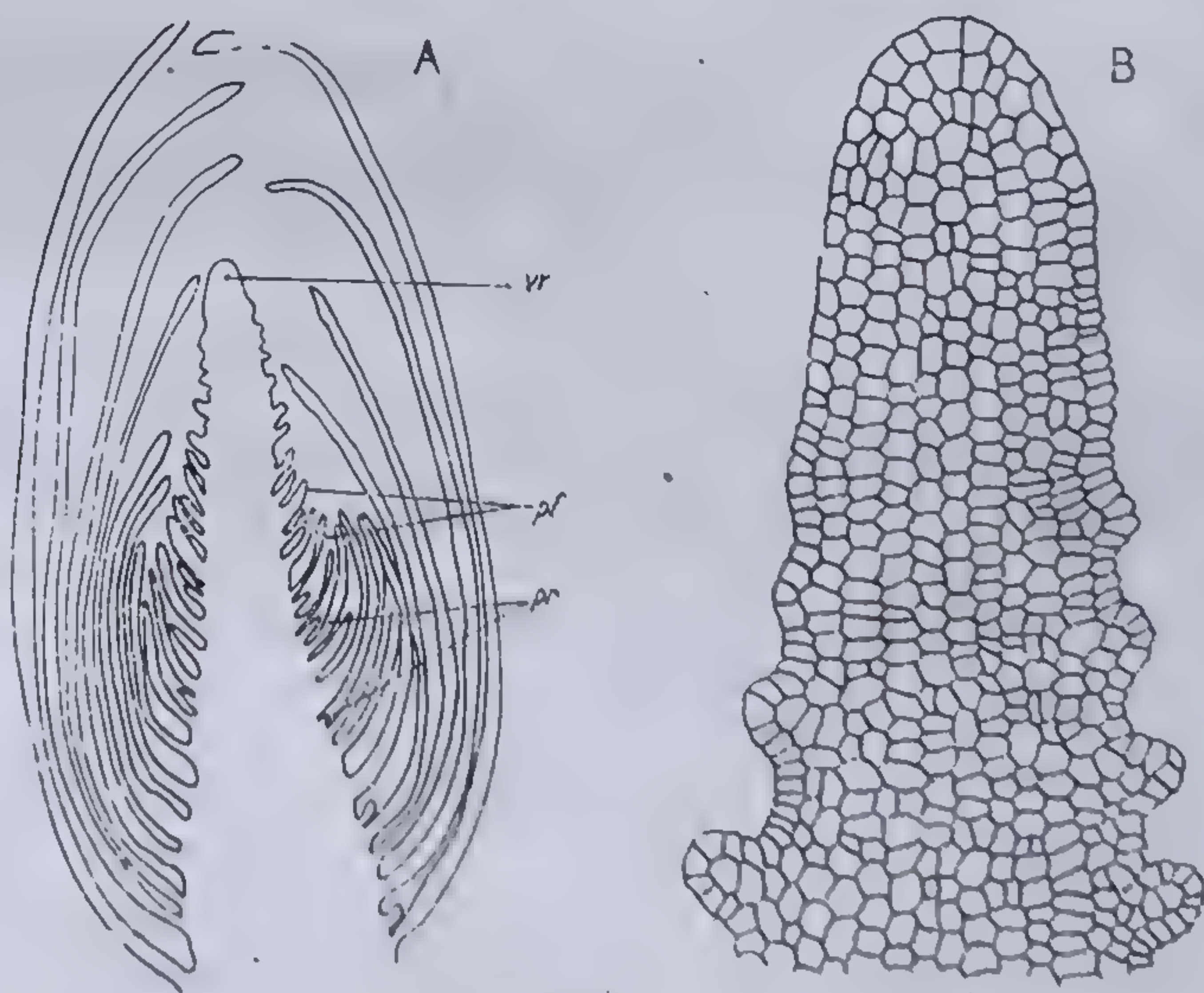
Interpretarea ţesuturilor din vârful vegetativ al tulpinii se poate face folosind teoria *tunicii* şi a *corpusului* emisă în 1924 de către G. Schmidt. Conform acestei teorii în vârful vegetativ al tulpinii există numai două zone de ţesut meristematic şi anume *tunica* şi *corpusul* (fig. 8).

Tunica poate fi alcătuită dintr-un singur strat de celule la unele *Gymnospermae*, ca de exemplu la *Thujaopsis* şi *Phyllocladus*, la majoritatea *Monocotyledonatae*-lor, cum ar fi la *Zea mays*, *Triticum*, *Avena*, iar dintre *Dicotyledonatae* la multe *Cactaceae*. Mai mult de jumătate dintre *Dicotyledonatae* au tunica alcătuită din două straturi, de exemplu la *Morus alba* (dud), din patru straturi la *Viburnum rufidulum*, iar din mai multe straturi este tunica la *Compositae*, *Hippuridaceae* şi din nouă straturi la *Oxycocos macrocarpus*.

Numărul straturilor din tunică nu este constant, el poate varia nu numai la una şi aceeaşi specie, ca de exemplu la *Silene maritima* între unu pînă la patru, dar variază chiar şi în cursul evoluţiei ontogenetice în perioada formării florilor. Variabilitatea numărului stratelor din tunică la una şi aceeaşi plantă este dependentă de vîrstă, anotimp şi plastocron, adică de formarea primordiilor foliare.

*Corpusul* (corpul) vârfului vegetativ este partea centrală învelită de celulele tunicii. În aceste două zone s-au putut constata două feluri de diviziuni şi de creştere a celulelor şi anume în tunică diviziunea este *anticlinală* însoţită de o creştere în suprafaţă, iar fiecare strat de celule al tunicii rămîne un strat independent în diviziune. În corpus planurile

Fig. 8 — Vârful vegetativ al tulpinii de *Elodea canadensis*: A. schemă; B. structura celulară.



de diviziune ale celulelor sînt în diferite direcţii, drept urmare dispunerea celulelor în corpus nu este stratificată ci este neregulată şi creşterea masei de celule este în volum şi nu în suprafaţă. Diviziunea celulelor în partea centrală a corpusului este numai *periclinală*. Păstrarea echilibrului



între creșterea în suprafață și în volum impune o permanentă adaptare a uneia față de cealaltă, adaptare care se obține prin ritmicitatea diviziunii. Tunica, după această teorie, formează epiderma și la o serie de plante mai multe straturi externe ale scoarței primare. Corpusul în schimb dă naștere la toate celelalte zone interne ale tulpinii.

Noțiunile de corpus și tunică au o semnificație doar descriptivă; caracterul histogen se remarcă la stratul cel mai extern al tunicii, care se transformă ulterior în epidermă și care poate fi deci denumit *proto-derm* sau *dermatogen*.

O altă teorie privind structura vârfului vegetativ al tulpinii a fost formulată de L. Plantefol în 1948, denumită teoria *inelului inițial*. Conform acesteia extremitatea vârfului vegetativ al tulpinii este ocupată de zona denumită *quiescentă* ale cărei celule se divid sau foarte rar sau deloc. Zona respectivă și mai jos de ea este protejată la periferie de așa-numitul *inel inițial* în care activitatea celulelor este extrem de mare rezultând din acestea scoarța și primordiile frunzelor. În centrul vârfului vegetativ celulele sînt dispuse în serii lineare constituind *meristemul medular*.

Pe baza celor menționate se desprinde că nu există un tip unic de structură a vârfului vegetativ al tulpinii, țesuturile definitive care intră în constituția organului respectiv se diferențiază însă într-o anumită ordine. Primele țesuturi care iau naștere din procambiu sînt cele conducătoare. Urmează apoi țesutul epidermal care se formează din celulele tunicii și ultimele sînt țesuturile fundamentale împreună cu cele mecanice de rezistență.

### Filogeneza

Pe axa hipocotilă a embrionului se diferențiază primele frunze, care împreună cu celelalte organe prezentate — rădăcina și tulpina — constituie planta tînăra numită *plantulă*.

Dezvoltarea ontogenetică a organelor foliare, referindu-ne la formele tipice, veritabile, se realizează la nivelul vârfului vegetativ al tulpinii și anume din primordiile acesteia, denumite *primordii foliare*. Primordiile nu sînt altceva decît expansiuni ale straturilor superficiale de la vârful vegetativ fiind alcătuite din țesuturi meristematie. Frunzele se diferențiază din aceste primordii și drept urmare originea lor este exogenă. Fiecare primordiu își începe activitatea pornind de la o celulă sau mai multe celule inițiale. La *Pteridophyta* primordiile foliare prezintă o singură celulă inițială, iar la celelalte plante superioare sînt mai multe celule inițiale. În desfășurarea dezvoltării ontogenetice a organelor foliare se constată că acestea sînt variate ca mărime, formă, structură și că unele se diferențiază chiar în stadiul de embrion. Datorită acestui fapt se disting patru categorii de astfel de organe vegetative și anume: cotiledoanele, catafilele, nomofilele și hipsofilele.

Primele organe foliare și singurele care nu se diferențiază din vârful vegetativ al tulpinii sînt *cotiledoanele*. Acestea iau naștere din țesutul meristematic al embrionului încă nediferențiat. Din primordiile



foliare ale vârfului vegetativ de la tulpină se diferențiază restul de frunze. Dintre acestea primele care iau naștere din partea bazală, respectiv inferioară a primordiilor sînt *catafilele* denumite și *frunze inferioare*.

Frunzele propriu-zise asimilatoare cunoscute sub numele de *nomofile* iau naștere din transformarea în întregime a primordiului foliar. Procesul de formare a nomofilelor se poate realiza în următoarele moduri.

La Pteridophyta diferențierea frunzelor începe de la baza primordiului și continuă treptat pînă la vîrf, deci se realizează o dezvoltare acropetală.

Cel mai frecvent mod de formare a frunzelor se întâlnește la Gymnospermae și Angiospermae care se realizează bazipetal. Diferențierea începe din vîrf, aceasta încetează curînd, iar procesul continuă prin baza primordiului datorită unei zone meristemate intercalare. În fine, există și cazul în care se transformă în frunză partea mijlocie a primordiului. De reținut că primordiile ca proeminențe ale vârfului vegetativ de la tulpină se diferențiază din țesuturile meristemate ale acestuia, respectiv din tunica și corpus. În același timp în dezvoltarea plantelor primordiile mai noi iau naștere treptat spre vîrf și drept urmare prin creșterea lor cele mai vechi le acoperă pe cele mai noi, constituind mugurii.

Intrucît nu toate primordiile se diferențiază din aceleași straturi ale apexului tulpinal, s-au emis unele ipoteze.

Astfel, după ipoteza „*tunica-corpus*” primordiile foliare pot lua naștere numai din tunică, sau din toată tunica și un strat extern al corpusului, precum și chiar din tunica cu mai multe straturi ale corpusului.

Altă ipoteză este cea a „*inelului inițial*”, după care primordiile foliare se diferențiază dintr-un țesut rezultat din tunică, numit *filogen*. Acesta este dispus la o anumită depărtare de zona apical-axială și are forma unui inel superficial.

După dezvoltarea ontogenetică a frunzelor se deosebesc frunze *primare* sau *juvenile* sau și *protofile* și frunze de *maturitate* — mature — sau și *metafile*, caracteristice. Frunzele primare sau juvenile sînt primele nomofile sau frunze asimilatoare ale cormului, iar cele de maturitate se dezvoltă mai tîrziu, luînd locul celor juvenile.

### Antogeneza

Elementele unei flori complete și în deplină dezvoltare își au originea în primordiile florale care se diferențiază pe receptaculul floral, continuare a axei tulpinale.

Dat fiind faptul că florile sînt *ciclice* și *spirociclice* după modul de dispoziție a elementelor florale și dezvoltarea ontogenetică a acestora este diferită.

Astfel la florile ciclice primordiile fiecărui ciclu apar simultan. Pe receptaculul floral apar primele primordii, cele ale sepalelor, apoi imediat ale petalelor, după care urmează primordiile staminelor și ultimele care se află pe extremitatea receptaculului sînt ale carpelelor (fig. 9).



La florile spirociclice primordiile elementelor florale se diferențiază tot la nivelul receptaculului, dar nu ca în cazul precedent, ci succesiv. Acestea se dispun pornind de jos în sus și în ordinea apariției lor. Drept urmare în timp ce la florile ciclice toate sepalele, spre exemplu, apar odată, respectiv concomitent, la cele spirociclice apar pe rând.

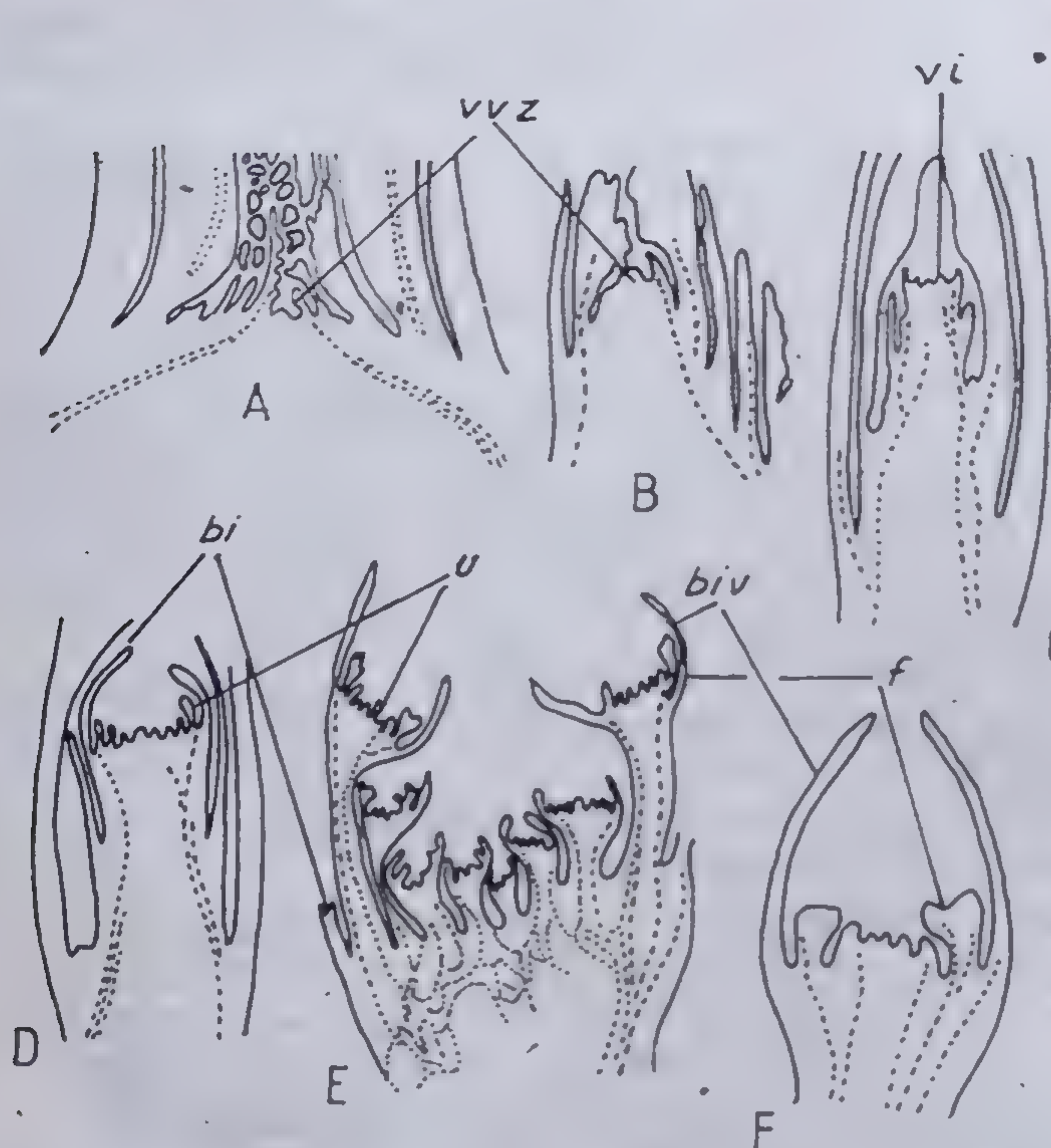


Fig. 9 — Transformarea meristemului apical în timpul trecerii de la creșterea vegetativă la dezvoltarea florii la *Daucus carota*: vi, virfurile inflorescenței umbelare; bi, bractee involutare; u, primordiile umbelelor; vvz, virful vegetativ al lăstarului; biv, bracteele involuclului.

Ceea ce trebuie reținut cu privire la originea ontogenetică a florii constă în faptul că virful vegetativ al axei se reorganizează, conducând la formarea virfului generativ (reproducător). Trecerea virfului vegetativ în reproducător s-a stabilit pe baza studiilor citologice, când activitatea mitotică se intensifică.

În procesul de dezvoltare ontogenetică au loc o serie de modificări astfel încât în stadiul de reproducere meristemul apical al unui lăstar trece în stadiul reproducător care conduce la formarea unei flori sau inflorescențe. În procesul de creștere modificarea ce se remarcă constă în intensificarea creșterii primordiilor foliare în perioada stadiului vegetativ, iar în cel de reproducere, creșterea este predominantă la mugurii axilari. De asemenea se constată că meristemul reproductiv poate fi identic cu cel vegetativ, sau numărul straturilor corespunzătoare tunicii și corpusului poate varia.

Virful reproductiv la majoritatea Angiospermae-lor este alcătuit dintr-o zonă meristematică uniformă. Celulele de la periferie sînt mici și constituie așa numita manta care nu corespunde întru totul tunicii



deoarece poate cuprinde și celule ale corpusului. Central se află celule mai mari a căror activitate este mult diminuată față de ale celor periferiale care contribuie numai la formarea elementelor (organelor) florale.

În procesul diferențierii elementelor florale modificările care apar nu se realizează brusc, ci se constată existența mai multor etape intermediare în dezvoltarea ontogenetică a vârfului reproductiv din cel vegetativ.

### **Carpogeneza \***

Planta matură își încheie de regulă ciclul de viață cu formarea fructului în interiorul căruia se află una sau mai multe semințe. Aceste organe sînt caracteristice numai Angiospermae-lor, care prezintă flori. Un fruct își are originea la nivelul florii și nu ia naștere decît după ce are loc procesul de fecundație. Există însă și cazuri în care formarea fructului se poate face prin transformarea gineceului, fără a avea loc procesul de fecundație. De menționat că fructul se diferențiază, în general, din gineceul florii care suportă o serie de modificări fiziologice, histologice și morfologice, care în final conduc la formarea fructului. Există totuși și fructe la alcătuirea cărora au contribuit și alte elemente ale florii, în afară de gineceu.

### **Seminogeneza \***

Așa cum s-a menționat, în interiorul fructului se află una sau mai multe semințe, caracteristice exclusiv Angiospermae-lor. Originea lor este în ovul și acestea reprezintă prima etapă în viața unei plante cu care se începe un nou ciclu.

Sămînța este un organ prezent și la Gymnospermae, care au flori prevăzute cu ovule ce nu sînt adăpostite în ovar.

---

\* Vezi, Probleme actuale de biologie — București, 1984, pag. 95.



## FOSILE VII DIN LUMEA PLANTELOR

Biolog dr. GH. MOHAN  
Grădina Botanică — București

Fosilele vii sînt specii străvechi, supraviețuitori istorici care în trecut au avut un areal mare de răspîndire, dar care azi, în urma schimbării condițiilor de viață, s-au restrîns mult de areal de răspîndire.

Multe se găsesc în mediul marin. Faptul nu trebuie să ne mire, deoarece dintre toate mediile naturale, el este cel mai statornic, fiind supus de-a lungul timpului unor variații cu mult mai mici decît uscatul.

Una dintre fosilele vii, este alga colonială *Botryococcus brauni*, cunoscută din Paleozoicul inferior, dăinuind pînă în zilele noastre, fără ca în morfologia ei să se constate schimbări importante. Grupul plantelor pluricelulare terestre, dezvoltate după migrarea organismelor pe uscat, își are reprezentanții săi în această galerie de bătrîni fără moarte.

Primele plante adaptate la viața de uscat au fost *psilofitalele*, care au dispărut de aproximativ 150 de milioane de ani. Un alt ordin foarte înrudit, *psilotalele*, cuprinde doar cîteva genuri actuale care s-au conservat în regiunile tropicale. Cel mai cunoscut este *Psilotum triquetrum* (Fig. 1) care se prezintă ca o tufă înaltă de pînă la 1 m. cu tulpini verzi, dicotomic ramificate pe care sînt fixate frunzele mici solzoase. Se fixează în sol printr-un rizom subteran, ramificat, prevăzut cu rizoizi și micorize, substituind rădăcinile care lipsesc.

Pe ramurile, de la baza unei sporofile bifurcate se află un sinangiu, rezultat prin fuzionarea a trei sporangi, în interior cu numeroși izospori.

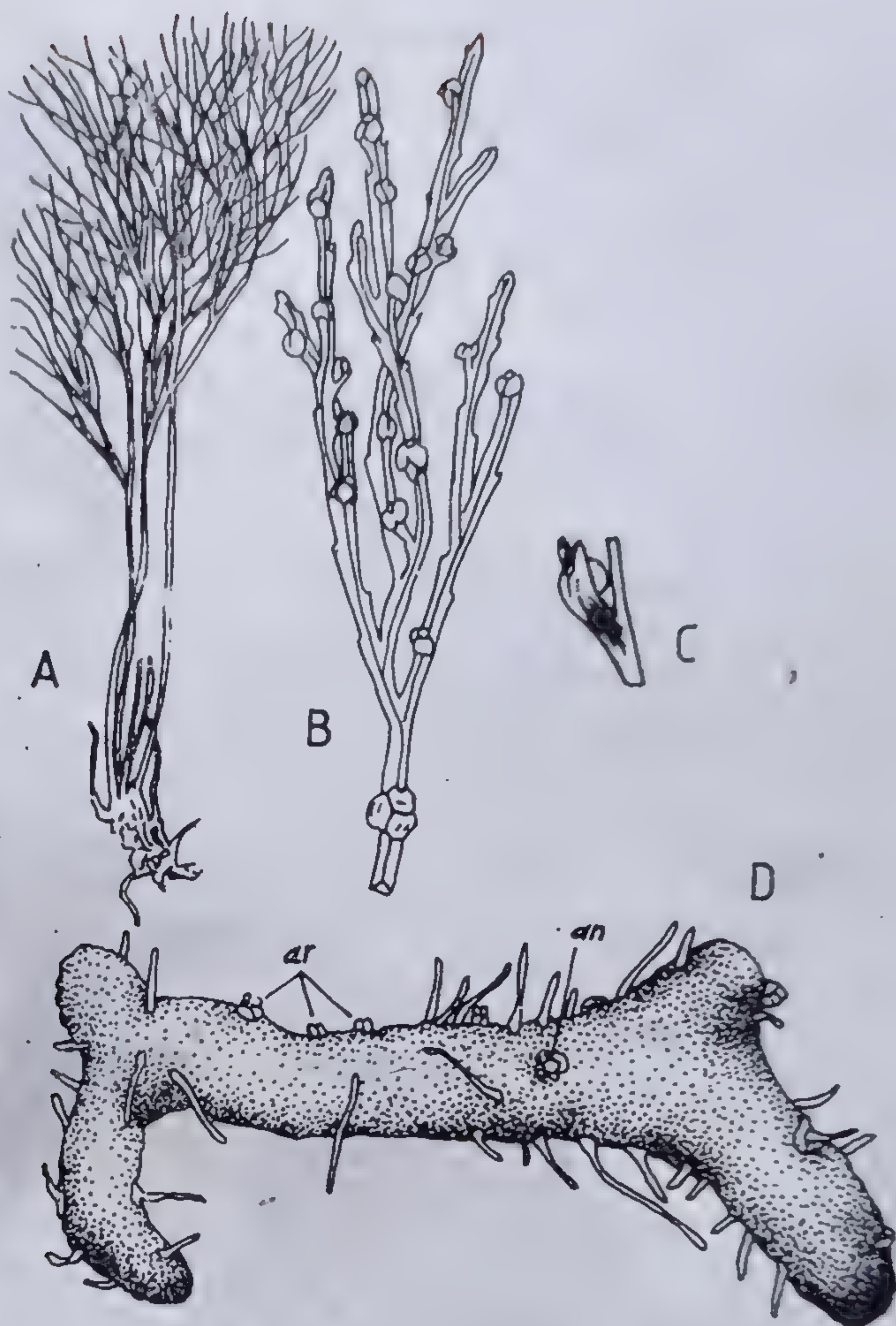
Generația gametofitică este reprezentată de un protal monoic, caulinar, asemănător cu rizomul sau chiar cu sporofitul tînăr, pe care se dezvoltă arhegoanele cu oosfera și anteridiile cu anterozoizii poliflagelați.

Genul *Psilotum* cu patru specii este răspîndit în păduri, începînd din Noua Zeelandă și Australia, pînă în Japonia și Florida.

S-a păstrat, de asemenea și ordinul *Cycadales*, care cuprinde gimnosperme străvechi cunoscute din Permian, care au avut o dezvoltare maximă în Mezozoic, iar în Triasic ele au intrat în declin. Cicadelele sînt gimnosperme lemnoase, sub formă de arbori cu tulpină columnară, purtînd în vîrf un buchet de frunze mari, penat-sectate cu nervațiunea penată, asemănătoare ferigilor arborescente și palmierilor. Floarea masculă are forma unui con lung de 2—45 cm. Pe axa conului sînt fixate



Fig. 1 — *Psilotum triquetrum*: A. habitusul plantei; B. ramură mărită; C. sporofilă cu un sinangiu trilocular; D. protal cu anteridii (an) și arhegoane (ar).



spiralat staminele, care pot avea forma unor foliole alungite sau de solz, purtând pe dos un mare număr de saci polenici (microsporangii) (Fig. 2 A). Florile femele la speciile de *Cycas revoluta* și *C. circinalis* (Fig. 2 B) sînt reprezentate de carpele foliacee, galbene sau brune de 10—15 cm, avînd vîrfurile lățite, întreg sau penat sectat, iar lateral pe părțile lor laterale se dezvoltă ovule mari (circa 2—8).

La alte cicadale, exemplu la *Zamia floridana* (Fig. 2 C), floarea femele este formată dintr-un con, care la unele specii poate atinge chiar 1 m lungime și cîntărește 40 kg. Pe axa conului sînt fixate numeroase carpele solziforme, care poartă pe dos 2—8 ovule mici, protejate la exterior de un integument gros, lăsînd în vîrf o deschidere micropilară. După fecundare, ovulul se transformă într-o sămînță protejată la unele de un tegument tare, iar la altele de un înveliș cărnos asemănător fructului. Răspîndite mai ales în regiunea tropicală a Africii răsăritene, a Asiei și Australiei, cele circa 100 de specii formează un tezaur de preț al științei.



Fig. 2 — A. *Cicas circinalis* — stamină cu saci polenici; B. *Cicas revoluta* — carpelă penată cu ovule; C. *Zamia floridana* — plantă cu frunze și un con femel.



Aceste două grupe primitive s-au putut menține o vreme atât de îndelungată datorită faptului că în unele regiuni ale globului și anume în cele tropicale și ecuatoriale, calde și umede, s-au păstrat într-o oarecare măsură condițiile de climă ce caracterizau perioada de dezvoltare a acestor plante.

Ceva mai târziu, în perioada ridicării masive a continentelor și retragerii apelor, când clima devine mai uscată, iar aerul mai sărac în apă, apar coniferele. Din cadrul acestui ordin s-a păstrat și astăzi un străbun prețios. Era un lucru bine stabilit în știință că *Metasequoia fossilis*, strămoșul arborelui-mamut (*Sequoia gigantea*), a dispărut cam de 20 milioane de ani. Dar iată că, în anul 1962, un student chinez din



Nankin, T. Wang, l-a descoperit viețuind, asemenea unui silaștru, în pădurile virgine din China Centrală.

Arborele-mamut (*Sequoia gigantea*) (Fig. 3 A) este unul din giganții lumii vegetale a cărui trunchi poate atinge 150 m înălțime și 40 m în diametru (la bază). Frunzele sînt persistente, aciculare, dispuse spiralat. Conurile femele sînt mici (5—6 cm lungime), cu solzi scutiformi. Semințele sînt foarte mici (3—6 mm) cu două aripi, așezate câte 5—9 sub fiecare solz.

Această specie a avut în Cretacic un areal nordic, circumpolar, azi crește numai în Munții Sierra Nevada din California. La noi în țară se cultivă prin Grădinile Botanice și în unele parcuri (Orșova, Băile Herculane, Baia Mare).

Printre gimnospermele supraviețuitoare se află și reprezentantul ordinului *Ginkgoales* — care în Jurasic — perioada sa de apogeu — număra 20 de genuri și circa 100 de specii, păstrîndu-se azi doar printr-un singur gen și o singură specie — *Ginkgo biloba* — arborele pagodelor (Fig. 3. B), conservat în formă spontană doar în colțul de sud-vest al continentului asiatic (R. P. Chineză), însă cultivat în nenumărate parcuri și Grădini Botanice din lume.

Este un arbore înalt de pînă la 30 m cu o coroană bogat ramificată. Frunzele sînt mari, deltoideale, bilobate (pot fi și tri- sau tetralobate), străbătute de nervuri dicotomic ramificate.

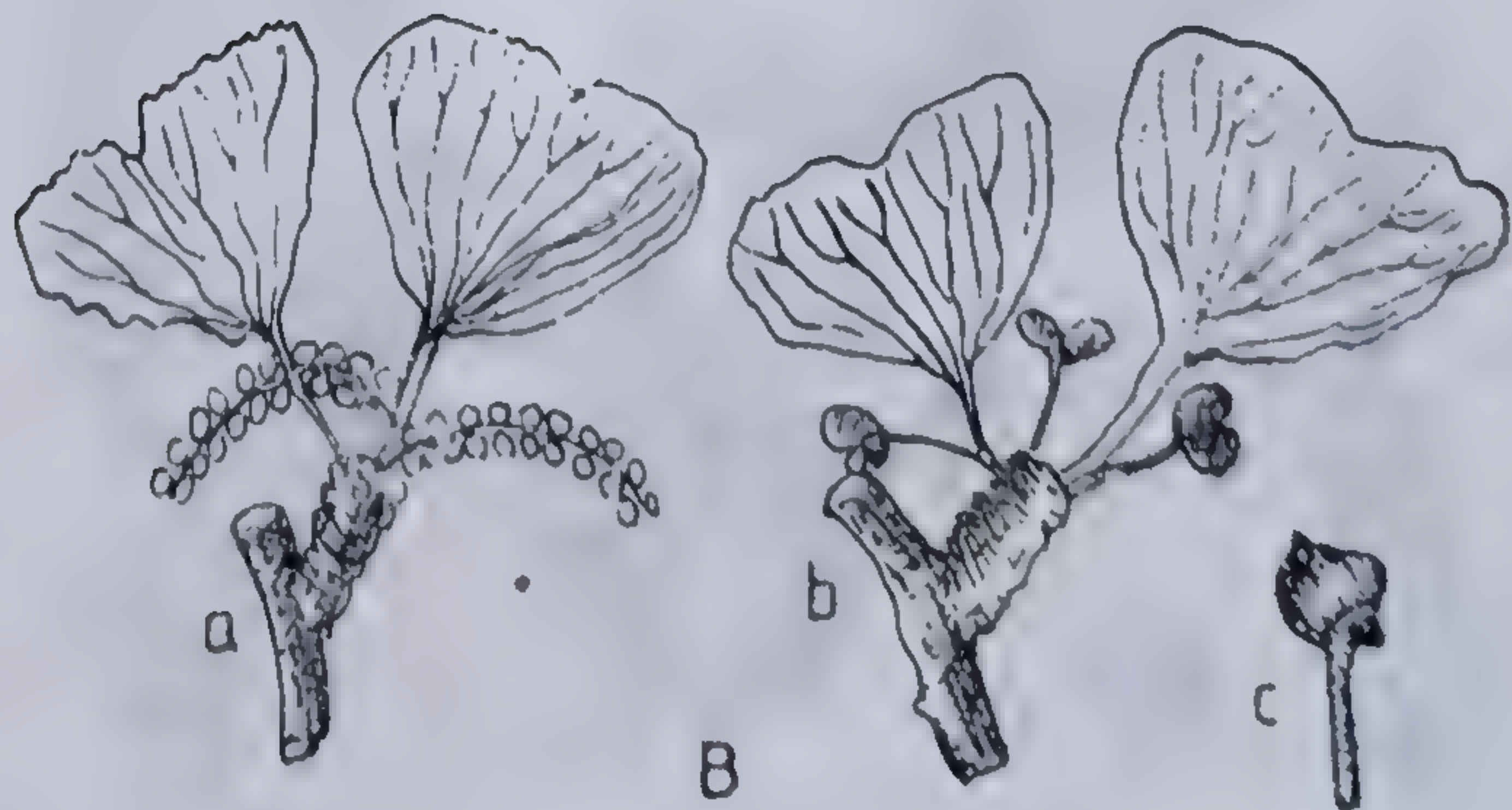


Fig. 3 — A. *Sequoia gigantea* — ramură cu frunze și conuri femele; B. *Ginkgo biloba* — a. ramură cu frunze și inflorescențe mascule amentiforme; b. ramură cu frunze și flori femele; c. sămînță.



Florile sînt unisexuate, iar planta dioică. Inflorescența masculă se compune din numeroase stamine așezate pe un ax amentiform în vârful unui microblast. O stamină este alcătuită dintr-un filament, în vîrf cu 2 saci polinici, care la maturitate crapă longitudinal, eliberînd polenul. Floarea femelă este alcătuită din două ovule situate în vîrfului unui peduncul. De obicei din cele două ovule nu se dezvoltă decît unul, care spre sfîrșitul lunii iulie ajunge matur, avînd mărimea și forma unei prune.

Un alt conifer-fosilă este chiparosul de baltă (*Taxodium distichum*) — arbore înalt de pînă la 5 m cu o coroană piramidală, cu frunze aciculare caduce. Pe rădăcinile indivizilor care cresc în mlaștini se formează pneumatofori verticali care se ridică peste nivelul apei asigurînd schimbul de gaze.

Acest conifer în Terțiar ocupa o bună parte a emisferei nordice, fiind semnalat și în țara noastră. Vicisitudinile climatice din Cuaternar au determinat retragerea acestui conifer de pe continentul african și cantonarea lui în mlaștinile din Mexic și sud-estul S.U.A. Acest arbore este celebru în Mexic, intrat în folclorul și tradițiile populațiilor străvechi de azteci. Amintim de „chiparosul lui Montezuma” care crește în Sierra Madre, la altitudini de 1700—2000 m sau de taxodiul din cimitirul Santa-Maria (Oaxaca-Mexic), cu o circumferință de 33 m și o înălțime de 50 m, vîrsta lui fiind de 2000 de ani.

Prin ținutul Damara din sud-estul Africii, în pustiul Namib și pe platoul Kao-Ko, supraviețuiește *Welwitschia mirabilis* (Fig. 4) — un

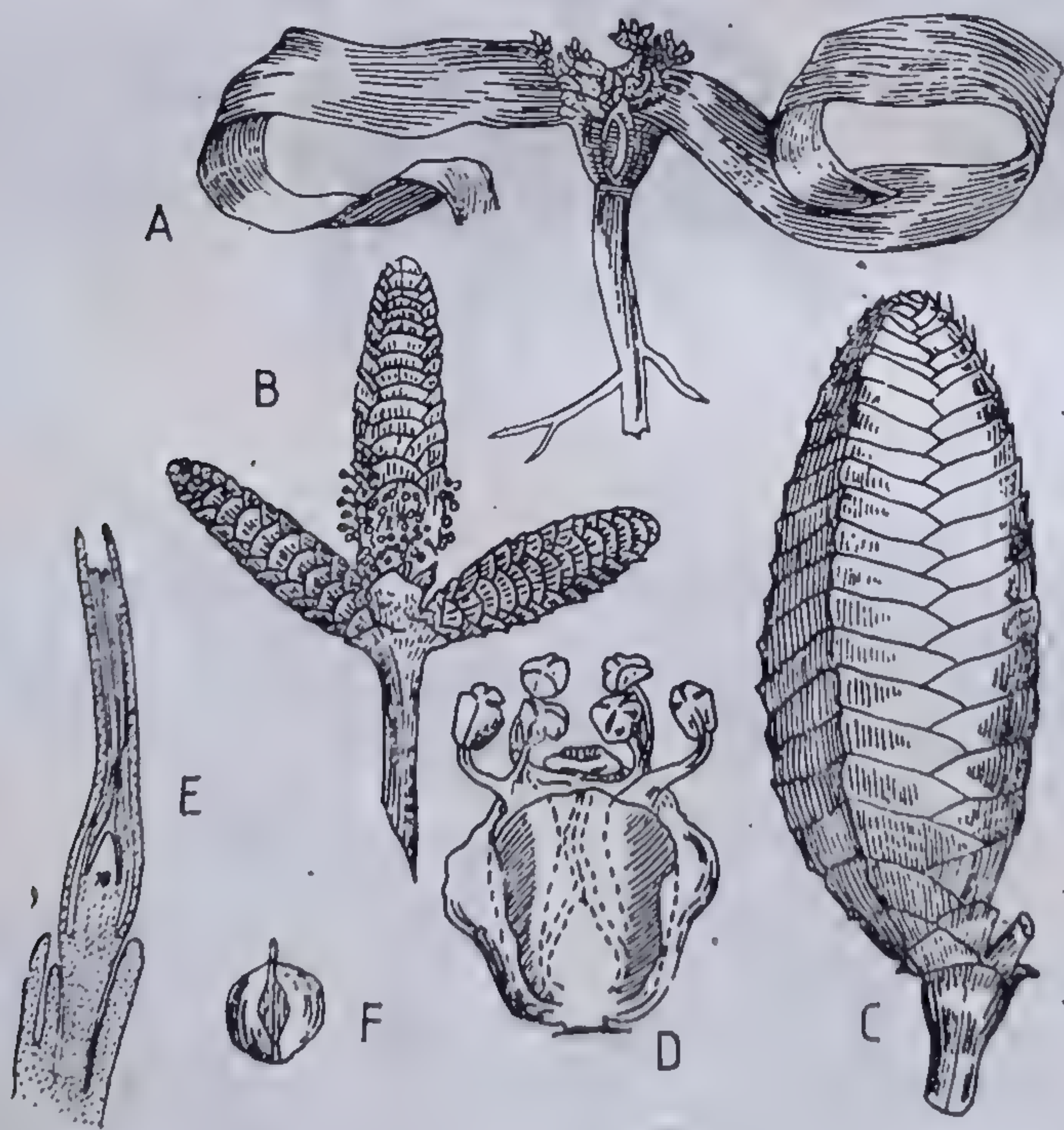


Fig. 4 — *Welwitschia mirabilis*: A, exemplar femel cu conuri; B, conuri masculine; C, con femel; D, floare masculă cu 6 stamine și un ovar central steril; E, secțiune prin ovul (i. integument extern; t. integument intern; n. nucelă); F, sămînță aripată.



reprezentant al ordinului *Gnetales*, care face trecerea între gimnosperme și angiosperme. În acest colț extrem de secetos al continentului negru, *toumbo* — cum era numită această plantă de populațiile băștinașe — găsește în continuare, după 250 de milioane de ani, condiții favorabile de sol și climă.

Tulpina este ca o cupă avînd înălțimea de 60 cm. Ea poartă o pereche de frunze gigantice, ca niște panglici de culoare maroniu-roșcată, late, de vreo 30 cm și lungi de 2—3 m. Din mijlocul lor se înalță florile grupate în conuri. Conul mascul este mai mic, format din numeroase bractee solziforme dispuse opus. O floare bărbătească situată la baza unei bractee, este alcătuită din 6 stamine, unite prin baza filamentelor într-un tub, protejat de patru foliole perigoniale. Conul femel este format dintr-un ax pe care sînt distribuite opus, numeroase bractee solzoase. La baza fiecărei bractee se află un ovul cu un integument care se prelungește într-un tub micropilar. După fecundare se formează sămînța și embrionul cu două cotiledoane. Planta înflorește odată la 20 de ani și trăiește cîteva secole.

Impunătoare, altădată, încrengătura gimnospermelor se dovedește în lumina cercetărilor paleobotanice, a fi în continuu regres. Ele au fost atît de caracteristice erei secundare, încît paleobotanistul *De Scott* a numit Mezozoicul și „era gymnospermelor“.

După Cretacicul inferior, specii, genuri și ordine întregi de gimnosperme dispar fără urmași, lăsînd loc exploziei *angiospermelor*, care inaugurează o eră nouă în flora terestră, ce durează pînă în zilele noastre.



## DIN VIAȚA ALBINELOR

Lector dr. NEACȘU PETRE

Facultatea Biologie, Geografie, Geologie — București

Albinele aparțin la clasa *Insecta*, ordinul *Hymenoptera*, familia *Apidae*, genul *Apis*.

Genul *Apis* cuprinde 4 specii de albine și anume: albina indiană (*Apis cerana* F.), albina indiană uriașă (*Apis dorsata* F.), albina pitică galbenă (*Apis florea* F.) și albina meliferă (*Apis mellifica* L.). Dintre aceste specii, albina meliferă este cea mai răspândită pe glob ea fiind cunoscută cu aproape 20.000 de ani în urmă de omul paleolitic. Creșterea albinelor a început să fie practică din antichitate de chinezi, egipteni, asirieni, babilonieni, greci, romani și alte popoare.

Toate speciile genului *Apis* sînt insecte sociale, care trăiesc în grupuri mai mult sau mai puțin numeroase.

Albina meliferă reunește cele mai numeroase caractere utile vieții colective: cuiburi stabile, cu mai mulți faguri de ceară dispuși vertical; clădește trei categorii de celule în care se dezvoltă cele trei caste; diversificarea și eșalonarea activității lucrătoarelor; hrănirea progresivă a larvelor; longevitatea accentuată a mătci; familia devine perenă, ou un număr important de indivizi și adună o mare cantitate de miere în cursul verii.

Cele mai vechi urme lăsate de albina meliferă s-au găsit în păturile terțiare superioare din Europa formate în condițiile unui climat tropical. Răcirea climatului în emisfera boreală spre sfîrșitul perioadei terțiare a restrîns arealul albinei la ținuturile din sudul Asiei, din jurul mării Mediterane și din jurul munților Caucaz, considerate astăzi ca locul de origine al acestei specii. Cînd emisfera nordică a globului pămîntesc a revenit la un climat temperat în postglaciar, albina meliferă din regiunile meridionale s-a extins treptat din nou spre nord. Perfecționarea instinctelor i-a permis o largă răspîndire atît în zonele calde cît și în cele temperate ale globului. Condițiile de viață și flora variată au determinat cu timpul diferențierea unor grupe geografice mari și anume: albina meliferă africană, albina meliferă din Orientul apropiat și albina meliferă europeană. Din ultima grupă făcînd parte și albina carpatină românească (*Apis mellifica carpatica*) care se caracterizează prin blîndețe, slabă, predispoziție la roire, precum și la furtişag. De asemenea este



o albină harnică, cu randament mare la cules și la polenizarea plantelor entomofile.

*Alcătuirea cuibului și a familiei de albine.* Cuibul albinei se poate afla adăpostit în scorbură unui arbore, într-o cavitate printre stînci, sau într-un stup. El este aproape complet lipsit de lumină, intrarea (urdișul) fiind de proporții reduse. Pereții nu au deschideri, cînd apar, ele sînt acoperite cu propolis. Fagurii, fixați de tavanul încăperii, sînt dispuși vertical sau stau paraleli. Celulele lor au în general o formă exagonală foarte regulată. Fiecare celulă are fundul piramidal, format din cîte 3 romburi care corespund pe partea opusă altor 3 celule. Axa longitudinală a celulelor este îndreptată puțin în sus, astfel că mierea nu curge în afară. Construcția, aceasta oferă celulelor un volum și o rezistență maximă, cu utilizarea unui minimum de material și de spațiu.

Fagurii cu puiet (ouă, larve, nimfe) se găsesc la mijloc, formînd cuibul propriu zis. Pe laturi sînt fagurii cu rezerve de miere și de păstură.

O familie de albine cuprinde circa 30.000—80.000 de indivizi aparținînd la trei caste : matcă, trîntori și lucrătoare (Fig. 1).

*Matca* este singura femelă fertilă din stup, ce se recunoaște ușor datorită taliei aproape dublă față de lucrătoare (20—25 mm lungime și 0,25—0,28 gr. greutate). Ea trăiește 4—8 ani (de aproape 50 de ori mai mult decît o lucrătoare) și părăsește stupul numai de 2—3 ori : o dată pentru recunoașterea împrejurimilor stupului, apoi pentru împerechere și în sfîrșit în caz de roire. Normal matca se împerechează cu mai mulți trîntori. Ea este aptă de împerechere numai în primele 20—30 zile de viață. Rezerva de spermatozoizi acumulată în spermatecă (circa 2.500.000 de spermatozoizi) este folosită apoi în tot cursul vieții. Numărul total de ouă depuse de o matcă poate ajunge la 2 milioane ; greutatea lor reprezentînd de 1650 ori greutatea întregului corp. În condiții optime, matca depune peste 3000 de ouă zilnic. În cursul unui sezon apicol matca depune pînă la 200.000 de ouă. În caz că rămîne neîmperecheată, matca este fără valoare, deoarece depune numai ouă nefecundate, din care apar doar trîntori. Ea începe pontă din mijlocul fetei fagurelui și parcurge un drum spiralat în sensul acelor de ceasornic, astfel obține un randament maxim, în timpul cel mai scurt și cu un efort minim, urmînd în același fel și pe partea opusă a fagurelui. În



Fig. 1. Cele trei caste de la *Apis mellifica* : a. matcă, b. lucrătoare, c. trîntor (după A. Murgoci).



timpul deplasării pe faguri este însoțită de o suită de 10—12 albine tinere, care o îngrijesc, o protejează și o hrănesc cu lăptișor de matcă de circa 100 de ori pe zi. În acest timp albinele ling cu aviditate secrețiile produse de corpul mătci și le transmit una alteia în tot cuprinsul familiei. Așa numita „substanță de matcă” a fost descoperită de cercetătorul englez S. G. Butler (1951). Această substanță pătrunde în metabolismul familiei de albine și îl influențează adânc, inhibând atât dezvoltarea ovarelor lucrătoarelor cât și instinctul de construire a botcilor. Substanța de matcă este un hormon extrem de stabil (feromon) insensibil la căldură, răspândit pe tot corpul mătci și în special pe cap.

Matca provine dintr-un ou fecundat ca și lucrătoarele, însă creșcută într-o celulă specială (botcă). Mult mai mare ca cele obișnuite, în care va primi tot timpul ca hrană lăptișor de matcă.

Dacă matca nu mai depune un număr suficient de ouă, lucrătoarele clădesc o nouă botcă în care așează un ou fecundat de 1—3 zile din care va ieși o nouă matcă, omorînd pe cea vîrstnică. Dezvoltarea unei mătci durează 16 zile.

*Trîntorii* provin din ouă nefecundate. Ei au corpul greoi, mare (15—17 mm lungime și 0,2 g greutate), lipsiți de ac. Trîntorii se dezvoltă în celule speciale, lungi, construite de obicei spre marginea fagurilor. Larvele de trîntori primesc o hrană asemănătoare cu cea a larvelor de lucrătoare. În cadrul familiei de albine, rolul lor se limitează la a se împerechea cu mătci tinere. Trîntorii apar în stup la sfîrșitul primăverii și atinge numărul maxim (200—800) în timpul verii, în lunile iunie—iulie (I. Cîrnu și Gh. Roman, 1986). Durata vieții lor este de circa 6—8 săptămîni. Pe vreme frumoasă în orele de amiază, ei ies afară. Un trîntor consumă într-o zi mierea pe care o lucrătoare o culege în 3 zile. De aceea atunci cînd sursele de miere și de polen se reduc, lucrătoarele îi dau afară din stup sau îi omoară.

*Albinele lucrătoare* sînt mai mici decît matca și trîntorii și au organele de reproducere nedezvoltate. Ele formează marea majoritate a populațiilor de albine și efectuează toate lucrările necesare în stup și în afara stupului. Astfel în timpul lunilor de vară, o lucrătoare trăiește în medie 30 de zile, în cursul cărora ea îndeplinește numeroase sarcini. Ea începe mai întîi cu munca de *curățenie* a celulelor, apoi după o scurtă perioadă devine *îngrijitoare* de puiet, *constructoare* de faguri și *magazioneră* de miere și polen. Către a douăzecea zi de viață devine *paznică* la intrarea în stup, iar de la sfîrșitul celei de a treia săptămîni pînă la moarte este *culegătoare*. Funcțiile fiziologice ale lucrătoarei se dezvoltă în corelațiile cu activitățile sale. În timpul cît este îngrijitoare de puiet „glandele faringiene” din cap sînt bine dezvoltate pentru a produce lăptișor de matcă cu care sînt hrănite larvele în primele trei zile de viață, cît și matca. Cînd devine constructoare de faguri, glandele faringiene regresează, dezvoltîndu-se în schimb glandele ceriere situate pe fața internă a abdomenului. La albinele care se află pe postul de paznici sau de culegătoare ambele glande aproape că și-au încetat activitatea. Această succesiune a activităților unei lucrătoare este foarte suplă și dacă condițiile le cer, ea poate reveni la o activitate la care în mod normal a încetat să o mai practice. Astfel, dacă interiorul stupului, unde se află puietul, devine supraîncălzit, albinele elimină prin



orificiul bucal o peliculă fină de apă, care prin evaporare va produce răcirea aerului. Alte albine contribuie la scăderea temperaturii prin ventilarea aerului cu ajutorul aripilor. În această situație culegătoarele care aduc nectar nu au cui să-l dea spre înmagazinare din lipsă de magazionere, care au plecat după apă. Nevoia de apă este comunicată de aducătoarele de apă și culegătoarelor, care abandonează munca lor îndreptându-se către aprovizionarea cu apă. Rapid puietul este răcorit, cererea de apă încetează și toate lucrătoarele revin la preocupările lor anterioare. Acest exemplu ilustrează în mod concludent că activitățile prestabilite pot fi modificate de nevoile comunității, iar aceste nevoi sînt transmise de la un individ la altul.

În vederea activității de culegătoare, corpul albinei lucrătoare este perfect adaptat la orice mișcare impusă de forma și structura florilor. De asemenea pentru colectarea nectarului și a manei, lucrătoarele posedă un aparat bucal bine dezvoltat, prevăzut cu o trompă pentru absorbit și o gușă pentru acumularea și transportul hranei zaharate.

Cele 3 perechi de picioare sînt folosite la îndeplinirea a numeroase activități. Perechea anterioară este folosită la clăditul fagurilor, la înmagazinarea polenului, la curățat ochii și capul, posedînd și un aparat special de curățat antenele. Perechea mijlocie de picioare poartă un pinten tibial dezvoltat care poate împinge ghemul de polen din coșuleț în celulele fagurilor. Ultima pereche de picioare prezintă pe partea externă un coșuleț unde se înmăgazinează polenul. Pe partea internă a piciorului se găsesc perișorul (ce servește la strîngerea grăuncioarelor de polen prinse de perii corpului și la preluarea solzilor de ceară de pe abdomen), pieptenele (ce servește la scoaterea polenului din perișorul opusă) și auriculum (expansiune proximală, netedă a metatarsului care recepționează polenul de pe pieptănaș (fig. 2).

Multe organe ale lucrătoarei sînt adaptate funcțiilor sociale adesea chiar dăunătoare individului izolat. Albina care înțepă o pasăre sau un mamifer nu poate retrage acul reținut în dermul elastic și primește ea însăși o rană mortală. Darwin explică persistența și perfecționarea acestui caracter dăunător membrilor familiei prin faptul că el este util comunității și de aceea corespunde tuturor cerințelor selecției naturale.

*Simțul culorilor și al formelor.* În cuprinsul spectrului coloristic, albinele percep în special culorile cu lungile de undă mică: galben, albastru, violet, ultraviolet; percep de asemenea razele polarizate. De la roșu la verde albina distinge o singură culoare, cu intensitate maximă pe galben. Roșul este confundat cu negru și cu cenușiu închis. Pot însă deosebi macii pentru că petalele acestora reflectă și razele ultraviolete. Albinele percep de asemenea și culorile de contrast; dresate pentru albastru sînt atrase și de combinația cenușiu-galben care dă efectul culorii complimentare, albastru. Simțul culorilor este dezvoltat prin natura condițiilor în care trăiesc albinele și a necesităților de hrănire. Cunoașterea acestui simț servește la dresarea albinelor și la creșterea lor în condiții mai bune (vopsirea stupilor). Albina își amintește timp de 4 zile o culoare dacă a fost obișnuită (dresată) numai cîteva ore.

Simțul formelor este adaptat la distingerea figurilor radiare și a unor desene mai complicate, amintind forma florilor. Dar figurile ca



triunghiul, pătratul, cercul și elipsa, care par poarte diferite pentru ochiul omenesc nu sînt distinse bine de albine (fig. 3).

Unele observații au arătat că albinele se așează mai repede pe flori dacă acestea sînt clătinate de vînt. De asemenea cu cît conturul este mai bogat cu atît florile sînt mai atrăgătoare pentru albine.

**Simțul mirosului și gustului.** Simțul mirosului la albine se află pe antene. Astfel, dacă în apropierea unei albine există un ac înmuiat în eter, ea va orienta antena în această direcție. Dacă antenele sînt amputate nu se mai observă nici un răspuns la mirosuri. Se pare că există multe puncte comune între simțul olfactiv de la om și acela de la

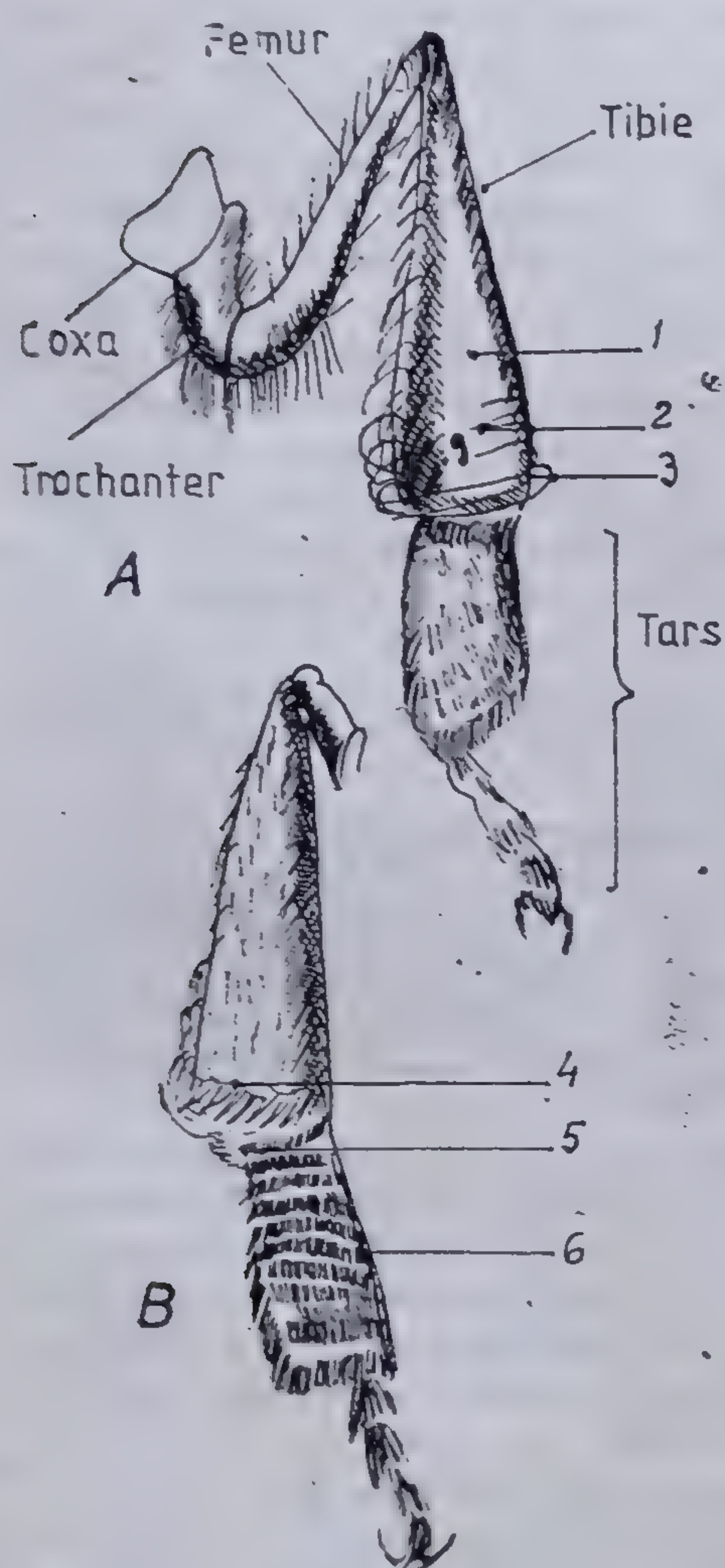


Fig. 2. Piciorul anterior stîng al lucrătoarei, văzut pe fața externă (A) și internă (B); 1 — coșuleț; 2 — păr axial; 3 — peri; 4 — pieptănaș tibial; 5 — auriculum; 6 — periută (după J. Khalifman).

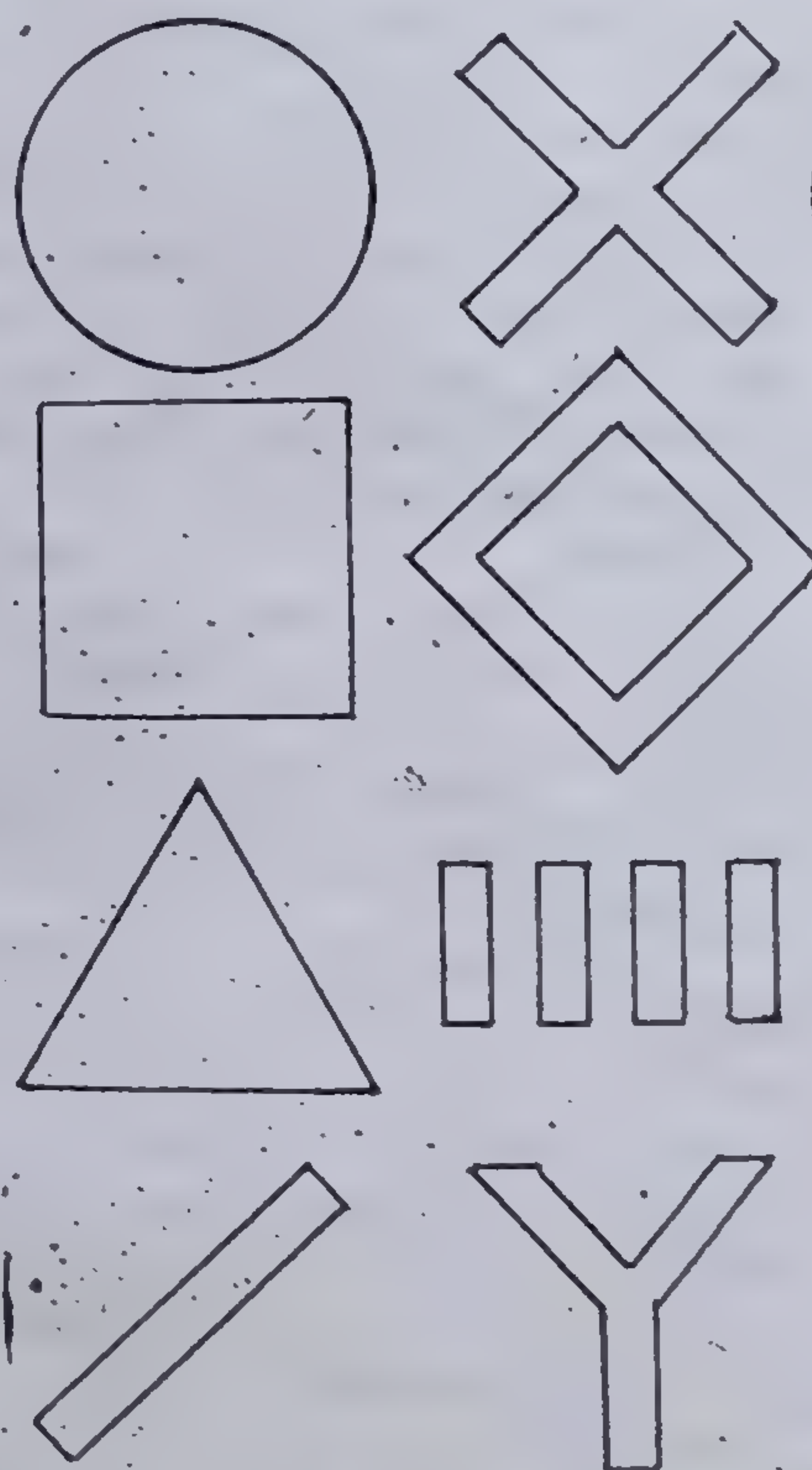


Fig. 3. Perceperea formelor la albine; acestea nu pot distinge între ele nici figurile din dreapta nici pe cele din stînga. Dar ele deosebesc ușor rîndul din stînga de cel din dreapta (după Hertz).



albină. Dar există și unele deosebirii. Astfel, noi amlem de aproape 5 ori mai sensibili la mirosul rozmarinului decât alblua, în timp ce ea este mult mai sensibilă decât noi la mirosul cerii de albine sau la mirosul altor albine. Mai mult, alblua este mai aptă decât noi de a decela un miros particular dintr-un amestec de mirosuri variate. Aceasta este foarte important pentru recunoașterea între ei a indivizilor aceluiași stup, datorită amestecului complex al mirosurilor lor.

Simțul gustului a fost studiat detaliat la albine și s-a constatat că majoritatea substanțelor care nouă ne par dulci sînt aparent insipide pentru albine. De exemplu: din 34 substanțe dulci oferite albinelor, numai 9 au fost detectate și anume acelea care se găsesc în hrana lor obișnuită. Toate substanțele dulci artificiale (de ex. zahărul) sînt fără gust pentru albine în concentrații slabe și repulsive în concentrații mari.

**Orientarea la albine.** Alblucle ca și furnicile utilizează puncte de reper vizuale pentru a găsi drumul de întoarcere la stup.

O altă proprietate remarcabilă a albinelor constă în faptul că ele se pot orienta după lumina polarizată.

Albinele dintr-o reglună fără repere se orientează după poziția soarelui spre sursa de hrană și spre stup. Dacă sînt capturate la locul sursei de hrană și sînt închise 1—2 ore și apoi eliberate, ele se îndreaptă spre stup.

Un alt mijloc de orientare și de comunicare în același timp între albinele lucrătoare sînt dansurile mobilizatoare studiate de Karl von Frisch.

O albină culegătoare care a descoperit o sursă de nectar și polen foarte aproape de stup (pînă la 150 m distanță) se întoarce la stup și anunță culegătoarele printr-un dans circular alcătuit din 5—6 rotiri (avînd aproximativ diametrul unei celule). Cu cît sursa de nectar este mai bogată cu atît dansul este mai viu și se prelungește mai mult. Calitatea nectarului este comunicată prin schimbul de hrană dintre indivizi. Albinele sînt excitate de dans și ele urmează dansatoarea spre locul semnalat.

Cînd sursa de hrană este mai îndepărtată de stup culegătoarea care revine execută dansul balansat care are forma cifrei 8 cu diametrul de 5—6 celule și este însoțit de balansări ale abdomenului. Acest dans indică simultan distanța și direcția pînă la sursa de hrană. Fiecare balansare a abdomenului corespunde la circa 75 m distanță.

Dansul balansat indică și direcția de zbor. Astfel, albinele venite de la o sursă de hrană situată la sud dansează cu capul în sus, cele venite de la nord, cu capul în jos, cele venite de la est spre stînga, iar cele de la vest, spre dreapta. Ca urmare, dacă sursa de nectar sau polen se află față de stup în aceeași direcție cu soarele, dansul ce se efectuează pe fagurele vertical este orientat exact în sus (fig. 4a). Dacă sursa de cules este situată la stînga față de poziția soarelui, dansul este orientat de asemenea către stînga, cu un unghi egal cu acela pe care albinele trebuie să-l ia în considerare pentru a găsi sursa de hrană indicată (fig. 4b). Cînd sursa de hrană se găsește la dreapta față de poziția soarelui, albinele dansează spre dreapta și în înălțime cu un unghi egal cu distanța față de soare (fig. 4c). În situația că hrana este situată în poziția opusă soarelui, direcția dansului este orientată vertical în jos (fig. 4d).



În condiții normale, în stup albinele nu pot percepe direcția soarelui, dar se bazează pe direcția gravitației. Ele își orientează porțiunea dreaptă a dansului în același unghi față de forța gravitației ca și unghiul în care au zburat față de soare. În cazul că fagurii au fost așezați orizontal, albinele au continuat să danseze, însă porțiunea dreaptă a dansului a fost îndreptată direct spre locul de hrană (I. Cîrnu și G. Roman, 1986).

Alte modalități de comunicare la albine se realizează prin atingerea antenelor, prin producerea unor vibrații ultrasonore și prin emiteria unor substanțe odorante.

Ca adaptare legată de vizitarea florilor (care se deschid la anumite ore din zi) și de colectarea polenului și nectarului, s-a dezvoltat la albine un simț foarte precis al timpului. Ele memorează momentul când se deschid anumite flori, când secreția nectarului este mai abundentă și concentrația lui în zaharuri mai mare. Nu apreciază timpul după lumina solară, dar reacționează la aceeași oră, chiar dacă sînt ținute în camere luminate electric, sau sînt transportate la distanțe de sute de kilometri.

Atașamentul albinei culegătoare la categoria de flori cu care și-a început activitatea este un alt instinct care determină însemnătatea deosebită a albinelor în ploenizarea plantelor.

Acțiunile albinelor, simțul timpului, instinctul de orientare, de clădire a fagurilor, de comunicare între indivizi se deosebesc profund de acțiunile conștiente specifice omului. În acest sens, K. Marx, în opera sa „Capitalul” arăta că „albina prin construcția celulelor ei de ceară, face de rușine pe mulți arhitecți din rîndul oamenilor. Ceea ce distinge însă din capul locului pe cel mai prost arhitect de albina cea mai perfectă este faptul că el a construit celula în capul său, înainte

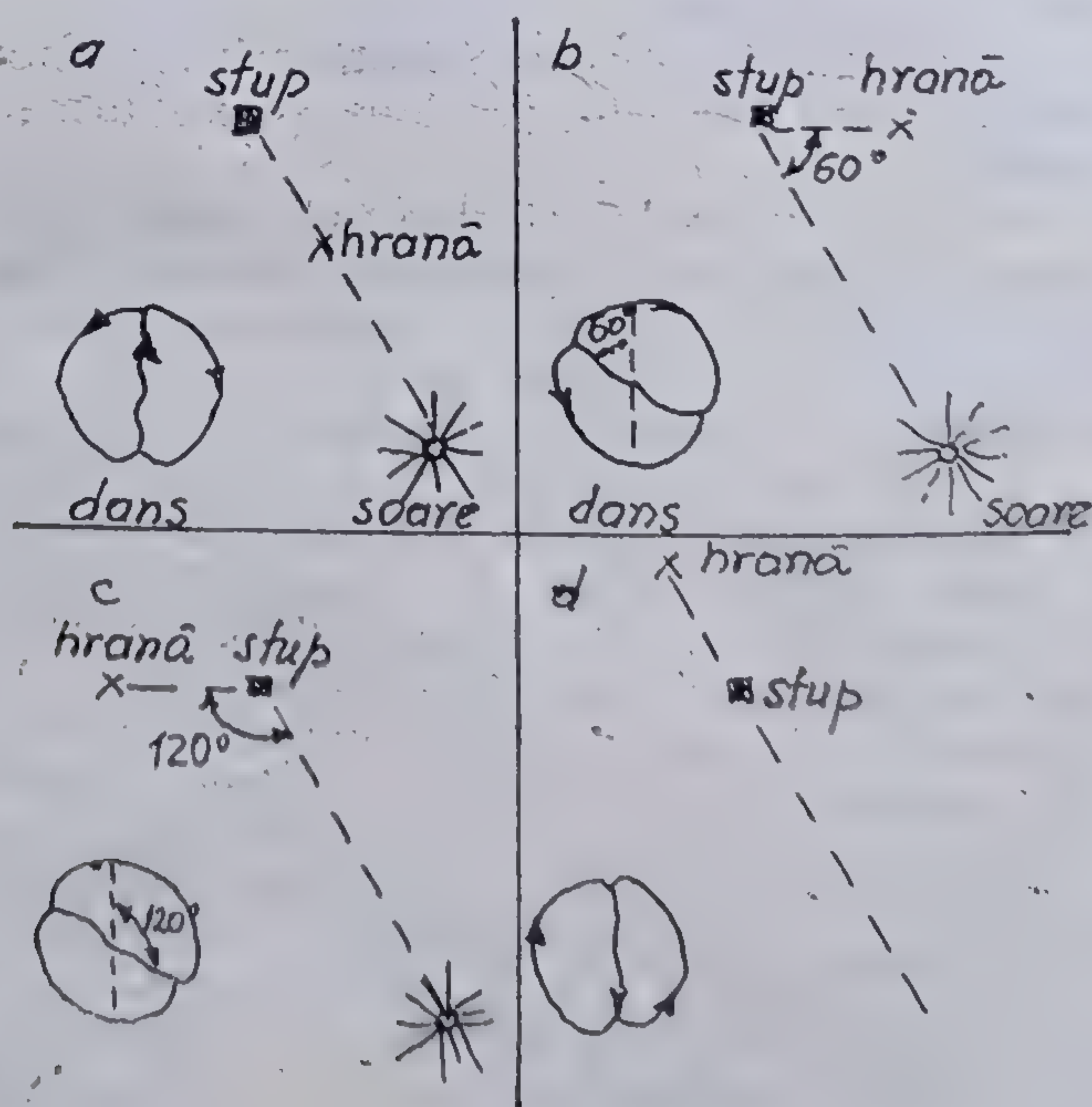


Fig. 4. Orientarea albinelor după soare (după K. Frisch).



de a construi din ceară”<sup>1</sup>. Deci, întregul comportament al albinelor reprezintă răspunsuri ale organelor lor la excitațiile exterioare, sînt acțiuni înăscute dezvoltate în procesul evoluției speciei, în lupta pentru existență.

*Rolul albinelor în viața plantelor și a omului.* Între albine și florile plantelor există de milenii o interacțiune reciprocă. Coloritul viu al florilor entomofile (polenizate de insecte) ca și mirosul lor, sînt pentru albine un semnal, datorită căruia ele pot observa și simți de la distanță unde se găsește hrana căutată. Zburînd din floare în floare, albinele realizează polenizarea încrucișată ceea ce asigură plantei o descendență sănătoasă și viabilă. Dintre toate insectele, albinele au cel mai important rol în transportul polenului. Pentru a strînge 1 kg de polen, albinele trebuie să viziteze milioane de flori. Se apreciază că o familie de albine consumă anual 20 kg de polen.

La florile polenizate de insecte totul este adaptat în vederea polenizării încrucișate. Astfel nectarul căutat de albine se găsește la aproape toate florile spre baza lor, ceea ce obligă insecte, pentru a culege nectarul, să introducă trompa în floare, sau în florile mai mari să pătrundă în întregime în interior. În timpul pătrunderii în floare, albina se încarcă cu polen, pe care apoi îl transportă în alte flori. Alte plante au florile specializate și mai profund în vederea polenizării lor de către insecte. De exemplu la jaleș (*Salvia pratensis*), dintre cele 4 stamine numai două au antere cu polen. Staminele fertile au filamente mai lungi și arcuite. Aceste stamine sînt acoperite de partea superioară a florii. Celelalte două stamine cu filamente scurte sînt sterile. Aceste stamine sînt așezate în centrul florii și se leagă de staminele cu antere formînd o pîrghie. Cînd albina pătrunde în floare greutatea corpului ei face ca staminele scurte de la mijlocul florii să acționeze asupra staminelor cu filamente lungi care se apleacă spre spatele albinei și-l încarcă cu polen. În felul acesta polenul este transportat la altă floare (fig. 5).

La dovleac, albina pătrunde în floare și în timpul acesta freacă staminele cu spatele, încărcîndu-se cu polen, care ajunge apoi pe pistilul altei flori, pe care o vizitează.



Fig. 5. Polenizarea la jaleș; a — pîrghie formată de stamine (după Gh. Anghel).

\* K. MARX, *Capitalul*, vol. I, p. 207—108, Ed. politică, București, 1960.



Modificări corespunzătoare de colectat nectarul și polenul se constată și la albină. Structura aparatului bucal. gura, perişorii de pe suprafața corpului și conformația picioarelor permit acestor insecte să culeagă și să transporte cu ușurință hrana.

Din exemplele prezentate, rezultă că între lumea florilor și a albinelor s-a statornicit o strînsă interdependență și evoluția lor a convers în același sens.

Pentru economia umană, creșterea albinelor constituie o ramură importantă a zootehniei, deoarece prin produsele ei directe (mierea, ceara, polenul, lăptişorul de matcă etc.), cît și prin foloasele indirecte, obținute în urma acțiunii de polenizare a plantelor agricole, contribuie la îmbogățirea diverselor sectoare cu produse alimentare, medicamente și industriale.

*Mierea*, prin compoziția sa, este atît un aliment foarte prețios, cît și un medicament, contribuind în mare măsură la îmbunătățirea generală a organismului uman.

*Ceara* este folosită în multe ramuri industriale și în farmaceutică.

*Polenul* constituie o hrană concentrată cu conținut bogat în proteine, grăsimi, vitamine și săruri minerale.

*Lăptişorul de matcă* acționează ca stimulent puternic și multilateral al funcțiilor organismului uman și altor viețuitoare.

*Veninul albinelor* reprezintă unul dintre cei mai puternici dezinfectanți, rămînînd sterilizant chiar în doze de 1 : 50.000 Se folosește în tratamentul reumatismului, al sciaticii, al unor boli de piele etc.

*Propolisul* provine din secrețiile mugurilor foliari și florali ai unor plante (plop, castan, anin etc.) prezentînd proprietăți hemostatice, cicatrizante și bactericide.

Foloasele indirecte ale albinelor constau în transportul polenului și în asigurarea fructificării plantelor. Sporul producției agropomice și forestiere rezultat în urma polenizării cu ajutorul albinelor valorează de 10—15 ori mai mult decît toate produsele apicole obținute de la albine. Albina este pînă în prezent singura dintre insectele pe care omul o folosește în mod direct pentru polenizare.

Albinele contribuie la sporirea producției pomilor fructiferi cu 50—60% și în unii ani chiar cu 90% (A. Murgoci, 1962).

În vii, doi stupi la hectar, determină sporuri de producție de peste 25%.

Floarea soarelui, cea mai valoroasă plantă oleaginoasă de la noi, cere polenizare entomofilă; albinele sporind recolta cu 30—60%.

La semîncerii de lucernă s-au obținut cu ajutorul albinelor sporuri de producție de 50—60%, iar la semîncerii de trifoi roșu de 200—500% (I. Cîrnu și Gh. Roman, 1986).

Datorită multiplelor avantaje obținute de la albine interesul pentru apicultură a crescut foarte mult în ultimul timp.

Îndeplinirea Directivelor Congresului al XIII-lea al Partidului Comunist Român și a Planului de perspectivă privind dezvoltarea economiei naționale, va crea condiții pentru dezvoltarea continuă a bazei melifere și a apiculturii în țara noastră, contribuind și pe această cale la creșterea producției agricole și a bunăstării materiale a oamenilor muncii.



## COLECTAREA ȘI PREPARAREA MATERIALULUI ENTOMOLOGIC

Lector dr. IRINA TEODORESCU

Facultatea de Biologie, Geografie, Geologie — București

Excursiile organizate de profesorul de biologie, urmăresc atât cunoașterea unor elemente floristice și faunistice comune, utile omului sau dăunătoare, completarea și aprofundarea cunoștințelor însușite în cadrul lecțiilor de botanică sau zoologie, formarea la elevi a unei concepții corecte despre relația om-natură, cât și strângerea unor exemplare de plante și animale, pentru îmbogățirea colecțiilor laboratorului de biologie.

O excursie bine organizată presupune nu numai preocuparea pentru asigurarea transportului și cazării elevilor, ci și unele pregătiri prealabile pentru efectuarea în cele mai bune condiții a observațiilor în natură, a colectării, transportului și prelucrării ulterioare a materialului biologic. După cum se va vedea, dacă majoritatea materialelor necesare pentru toate aceste activități sînt simple, la îndemîna oricui, altele trebuie procurate sau confecționate din timp.

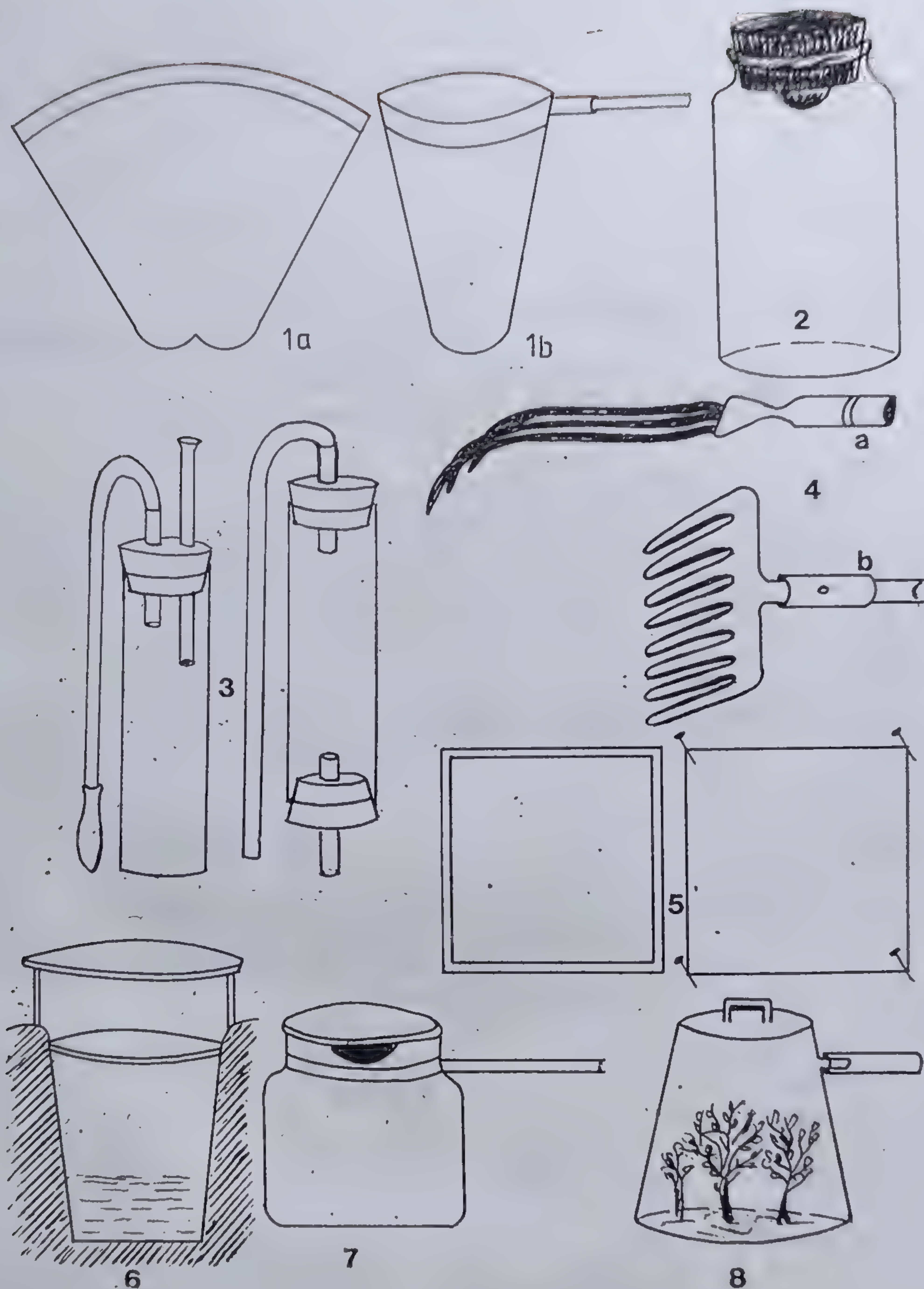
Deoarece diferitele grupe de organisme necesită indicații speciale pentru colectare, transport, preparare, conservare, ce nu pot fi cuprinse într-o singură lucrare, ne vom ocupa îndeosebi de organizarea unei excursii și alcătuirea colecției entomologice.

Vom încerca în cele ce urmează, să sugerăm un minim necesar, din care în funcție de locul ales pentru excursie, de timpul afectat și de rezultatele obținute, profesorul de biologie va selecta materialele și aparatele potrivite, în așa fel încît, în final, la satisfacția vizitării unor locuri frumoase, a recreerii, să se adauge și bucuria de a contribui la îmbogățirea cu noi exponate a colecției laboratorului.

Pentru colectarea materialului biologic este nevoie de fileu și borcan entomologic, pensă, pană, furcă cu 3—5 ghiare, briceag sau cuțit, ecran de pînză pentru fluturi, tub de aspirat (exhaustor), sită, capcană pentru insecte nocturne (fotocolector), capcane Barber, biocenometru, ramă metrică, eter sau cloroform, alcool de 70° (Pl. I și II).

Transportul materialului colectat se face în tuburi de sticlă sau cutii de diferite mărimi (goale sau cu alcool de 70°), plicuri pentru fluturi, săculeți de pînză, pungi de hîrtie, cutii speciale pentru exemplarele aduse vii, etaloare, cutii de insectar, cutie specială de teren (laborator portativ) (Pl. II și III).





Planşa 1. Fig. 1. Fileul entomologic; a = tipar; b = fileul montat. Fig. 2. Borcanul entomologic. Fig. 3. Tub de aspirat (exhaustor). Fig. 4. a şi b — Furca metalică. Fig. 5. Rama metrică. Fig. 6. Capcană penaru prins insecte. Fig. 7. Borcan pentru prins fluturi de noapte. Fig. 8. Blocenometru.



Pentru prelucrarea materialului sînt necesare acc entomologice, etaloare, lame și lamele de sticlă, soluții pentru montat preparate microscopice, aparat de triat (Tullgren), acetonă, celuloid, lupă binocular (Pl. II ; pl. III).

Este necesar deasemenea să existe carnet și creion pentru diferite notări, etichete de hîrtie ( $2 \times 6$  cm), termometru, lupă de buzunar (6x, 8x, 10x).

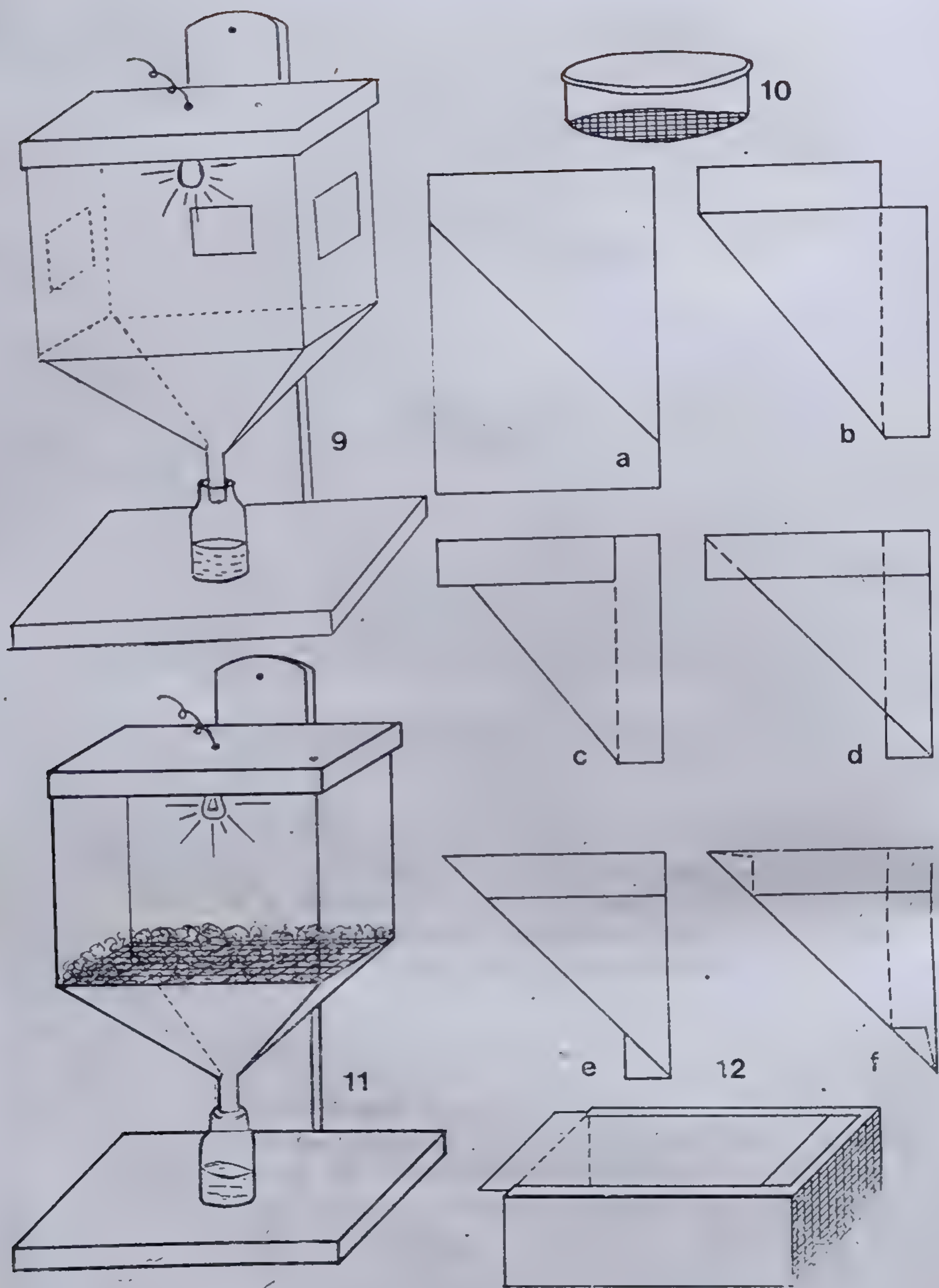
În continuare, vom prezenta modalitățile principale de colectare, transport, preparare, însoțite de o scurtă descriere a instrumentelor folosite.

1. Colectarea se poate face prin culegere directă cu mîna, pentru unele insecte inofensive sau care zboară greu ca : *Oryctes* (nasicornul), *Lucanus* (rădașca), *Cerambyx* (croitorul), *Melolontha* (cărăbușul de mai), *Cetonia* (ileana), *Anisoplia* (cărăbușei cerealelor) etc., cu pensa, pentru omizi, *Forficula* (urechelnița) sau cu o pană înmuiată în alcool, pentru insecte mici cu corpul și apendicele fragile. Unele insecte se colectează împreună cu diferite părți ale plantelor cu care se hrănesc. Deoarece în multe cazuri, atacul unor specii de insecte fitofage este caracteristic, se recomandă colectarea și presarea frunzelor, lăstarilor, florilor, ce prezintă onificii de roadere, umflături (gale) canale șerpuite între cele 2 epiderme (mine), margini răsucite etc., precum și adunarea fructelor atacate, a unor porțiuni de ramuri, scoarță. lemn cu galerii săpate de insecte.

Foarte utilizat în colectarea insectelor de pe plante joase este *fileul entomologic* (Pl. I, fig. 1), un sac conic de pînză albă, verde sau albastră deschis, lung de 50—60 cm, fixat de un cerc metalic cu diametrul de 25—30 cm, la care se atașează o coadă (din lemn sau tub metalic ușor), lungă de 80—90 cm. Este bine ca pentru fluturi să se confecționeze un fileu special din material transparent (tifon, tiul, nylon pentru perdele, etc.). Cu fileul se fac mișcări de cosire, la dreapta și la stînga pe plante. În mișcarea sa, rama metalică a fileului lovește tulpinile plantelor și insectele de pe aceste plante cad în sacul fileului. În fileu pot fi scuturate și crengile joase ale pomilor fructiferi, arborilor, arbuștilor. Materialul colectat în fileu este trecut în *borcanul entomologic* (pl. I, fig. 2), un borcan de sticlă de 200—250 cm<sup>3</sup>, cu gura largă, în care se pun fișii de hîrtie moale (sugativă) plisată, care au rolul atît de a împiedica insectele să se atingă între ele și să se deterioreze, cît și de a absorbi eventualele lichide emise de insecte. Borcanul se închide cu un dop de plută sau cu un capac care se înșurubează, pe partea internă a cărora se atașează cu bandă adesivă, leucoplast, o mică pernuță de tifon plină cu vată, pe care din cînd în cînd se pun cîteva picături de eter sau cloroform pentru omorîrea insectelor. După ce se lasă un timp să acționeze eterul sau cloroformul, conținutul borcanului se trece într-un săculeț de pînză, o pungă de hîrtie, o cutie din carton, material plastic etc. însoțit de o etichetă de hîrtie pe care se scrie cu creionul locul și data colectării, plantele pe care s-a găsit materialul, eventual temperatura, altitudinea etc.

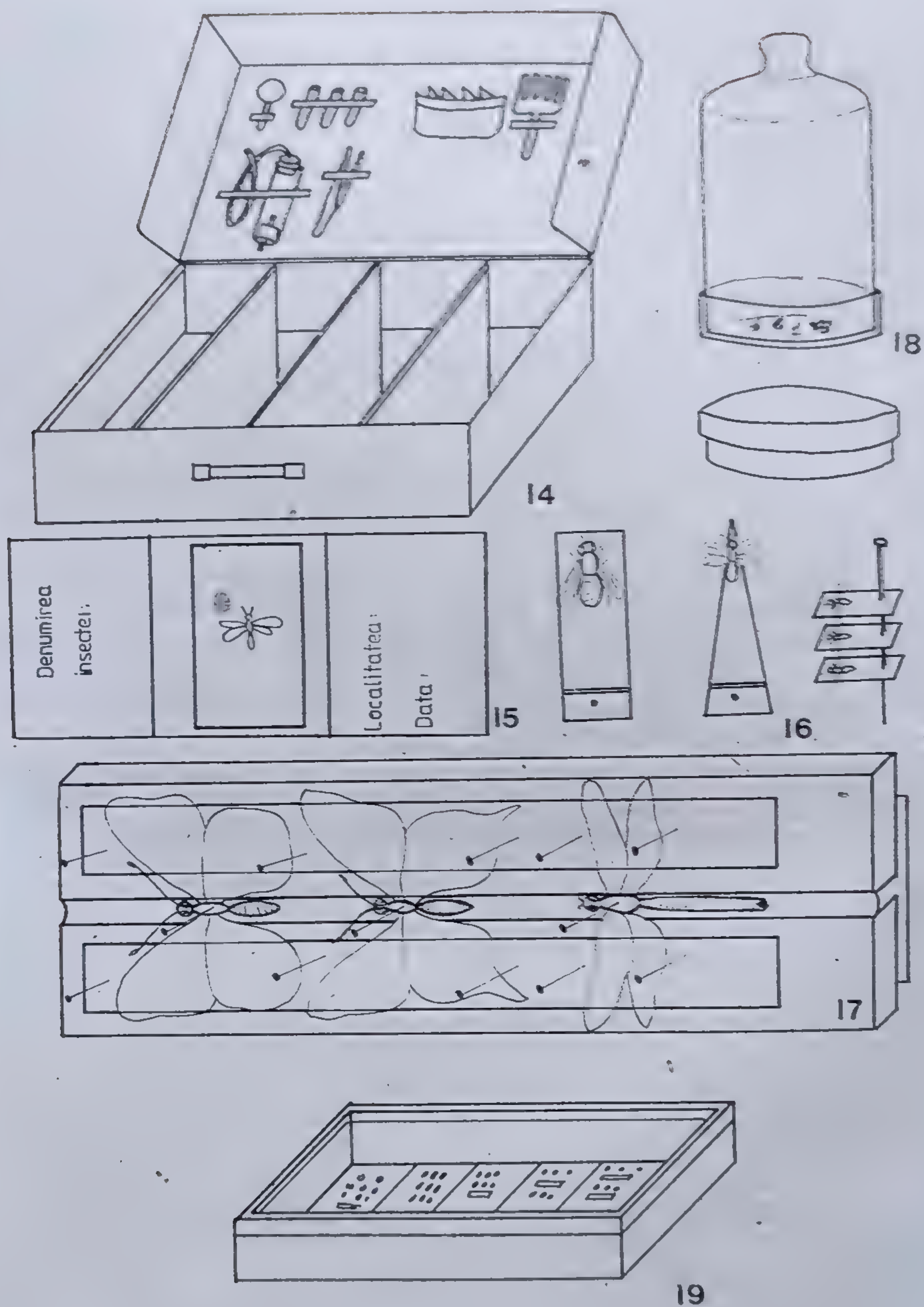
Dacă este timp se recomandă să se facă în prealabil o selectare sumară a insectelor de dimensiuni mai mari din borcanul entomologic, care





Planşa II. Fig. 9. Fotocolector. Fig. 10. Sită. Fig. 11. Aparatul de triat Tullgren.  
Fig. 12. a, b, c, d, e, f, — Etapele confecţionării plicurilor pentru fluturi. Fig. 13.  
Cutie pentru transportat insecte vii.





Planşa III. Fig. 14. Laborator portativ. Fig. 15. Preparat microscopic. Fig. 16. Prepararea pe palete a insectelor de dimensiuni mici. Fig. 17. Presă pentru întins insecte (etaloar). Fig. 18. Dispozitive pentru hidratat insecte uscate. Fig. 19. Cutie de insectar.



luate cu pensa, se trec fie în tuburi de sticlă cu alcool (cele nepăroase), fie în tuburi goale sau în cutii, pe vată sau hîrtie moale (cele păroase); deoarece lăcustele și cosașii se decolorează sub acțiunea vaporilor de eter sau cloroform, scoaterea lor din borcanul entomologic este obligatorie. Restul materialului va fi analizat în laborator, sub lupă.

Cînd se prind fluturi, aceștia se imobilizează chiar prin materialul transparent al fileului, prinzîndu-i de laturile toracelui între degetul mare și arătător și strîngîndu-i ușor, progresiv, pînă mor, după care se pun în plicurile pentru fluturi (Pl. II, fig. 12). Trebuie să se evite atingerea aripilor deoarece solzii care le acoperă se desprind cu ușurință lipindu-se de degete.

Pentru colectarea insectelor de pe plajele râurilor, bălților sau din locuri umede, se folosește cu bune rezultate *exhaustorul* (Pl. I, fig. 3). Este alcătuit dintr-un tub de sticlă lung de 15—20 cm, și cu diametrul de 3—4 cm, astupat la ambele capete cu dopuri de cauciuc sau plută, prin mijlocul cărora trece cîte un tub de sticlă, mai subțire. Unul din aceste tuburi subțiri se plimbă pe substrat și culege insectele, iar prin celălalt, prelungit cu un tub flexibil se aspiră cu gura sau cu o pară de cauciuc. După ce în tubul mare se adună mai multe insecte, se scoate unul din dopuri și materialul se trece în borcanul entomologic.

*Furca metalică* cu 3—5 ghiare (Pl. I, fig. 4) este folosită pentru scormonirea în frunzar, mușchi, bușteni putreziți etc. Cuțitul sau bri-ceagul se utilizează pentru detașarea unor părți ale plantelor atacate ca și pentru cojirea copacilor căzuți.

Dacă în observațiile făcute asupra unor insecte de pe sol, din frunzar, sau de pe plante joase, ne interesează și anumite aspecte cantitative, se lucrează cu *rama metrică* cu latura de 0,25; 0,50 sau 1 metru (Pl. I, fig. 5) formată din lemn, sîrmă, sau chiar din sfoară, care la distanțe egale are legate patru cuie mari, 8—10 cm, care se înfig în sol delimitînd astfel o suprafață de forma unui pătrat. Cu această ramă metrică se poate stabili astfel densitatea (numărul de exemplare la metru pătrat).

În cazul în care excursia durează mai mult de o zi, se pot folosi și alte metode de colectare.

Cursele montate la nivelul solului (*capcane Barber*), în forma lor cea mai simplă (Pl. I, fig. 6) constau din borcane, cutii goale de conserve, pahare din material plastic etc., îngropate la nivelul solului, în care se pune puțină formalină 4% sau chiar oțet. Deasupra capcanelor, la 3—5 cm. se montează un acoperiș din bucăți de tablă, capacele borcanelor etc. pentru a împiedica apa de ploaie să pătrundă în vase. Se pot face și gropi capcană cu perenți verticali, adînci de 20—30 cm. Insectele care se deplasează pe sol îndeosebi în timpul nopții, cad în aceste capcane, de unde sînt luate cu pensa sau pana și puse în tuburi de sticlă.

Cu foarte bune rezultate, îndeosebi în prinderea fluturilor de noapte, se utilizează un borcan cu gura largă, prevăzut cu un capac și o coadă de lemn, metal, sîrmă, lungă de 0,50—0,70 m (Pl. I, fig. 7). Gura borcanului se aplică peste fluturele așezat pe un ecran de pînză albă special montat în fața unui bec electric, sau pe un perete bine luminat și flu-



turele pătrunde în borcan. Omorît de vaporii de eter sau cloroform din borcan, proveniți de la o pernută de vată lipită pe partea internă a capacului, fluturile este apoi trecut în plicul pentru fluturi.

Fotocolectorul (Pl. II, fig. 9), ușor de realizat, servește la captarea insectelor cu activitate nocturnă, care sînt atrase de lumină. Este format dintr-o cutie de tablă de formă cubică, în partea internă a capacului căreia se montează un bec electric. Pe trei pereți ai cutiei se află orificii rotunde sau pătrate, prin care intră insectele atrase de lumina becului, iar la partea interioară se montează o pîlnie metalică. Aparatul se fixează pe un perete, un stîlp, un copac iar vîrfurile pîlniei se introduce într-un borcan cu alcool, în care se adună insectele care au pătruns în fotocolector și au alunecat pe pereții pîlniei.

Pe aceeași atracție a insectelor către lumină se bazează și biocenometrul (Pl. I, fig. 8) format dintr-un vas de tablă care la partea superioară a unui perete lateral are un tub prelungitor din același material, la care se atașează o eprubetă de sticlă. Vasul se așează pe sol deasupra unei plante joase și insectele de pe plantă atrase de lumină se strîng în eprubetă. Biocenometrul se folosește pentru insecte diurne și cunoașterea suprafeței vasului permite și aprecierea densității la metru pătrat a speciilor colectate. Pentru colectarea animalelor care trăiesc în mîl, în nisipul rîurilor, în solul de la baza frunzarului etc., se pot folosi site (fig. 10) cu pereții din metal sau lemn și fundul din pînză metalică cu ochiuri de diferite mărimi. Mîlul, nisipul, particulele de sol, trec prin ochiurile sitei, pe care rămîn organismele ale căror dimensiuni depășesc pe cele ale ochiurilor. Operația de „cernere” poate fi mult ușurată de clătirea sitei în apă.

Separarea (trierea) organismelor ce trăiesc în frunzar, mușchi, licheni, lemn putred, scoarța copacilor etc., se poate face ușor în laborator cu aparatul de triat (Tullgren, Pl. II, fig. 11). Este format dintr-o cutie cilindrică sau cubică de tablă, de diferite dimensiuni (25 × 35 cm, 30 × 30 cm), care este acoperită cu un capac prevăzut ca și la fotocolector cu un bec electric. Fața inferioară a cutiei este înlocuită cu o sită metalică cu ochiuri mari, de la care pleacă o pîlnie din același material cu cutia. Aparatul este fixat pe un suport, iar vîrfurile pîlniei se introduce într-un borcan cu alcool. Pe sita din cutie se pune un strat de frunzar, mușchi, etc. Din cauza luminii și căldurii produse de bec (deci și a uscăciunii), animalele trec prin ochiurile sitei, alunecă pe pîlnie și se adună în borcan.

2 — Transportul materiilor are foarte mare importanță, această operațiune necesitînd o serie de precauții pentru ca probele colectate cu grije să ajungă în cele mai bune condiții în laborator.

Dacă este vorba de materialul cloroformizat, pus în cutii, tuburi, săculeți de pînză, pungi de hîrtie etc. în timpul transportului trebuie evitată lovirea sau presarea acestora, prin așezarea lor în cutii ușoare, cu pereți din lemn sau material plastic. În aceleași condiții se transportă frunzarul, mușchii, lichenii, în care insectele sînt vii; pentru a menține umezeala se pot folosi pungi de material plastic.

Fluturii se transportă foarte bine în plicuri speciale (Pl. II, fig. 12) în care se pot păstra timp îndelungat. Acestea sînt pregătite înainte de



plecare în excursie din dreptunghiuri de hîrtie obișnuită sau calc (10 × 14; 14 × 20 cm.). Pentru confecționare se îndoiește hîrtia conform figurii 12 a, apoi se îndoiesc marginile și colțurile libere, pînă se obține un triunghi închis pe toate laturile. Atît înainte, cît și după introducerea fluturilor în plicuri, acestea se păstrează în cutii de carton sau material plastic. De reținut că fluturii sînt așezați cu aripile lipite una de alta prin fețele lor superioare. În plicuri pot fi transportate și alte insecte.

Pentru transportul insectelor vii se pot folosi atît tuburi de sticlă sau material plastic, astupate cu dop de vată pentru aerisire, cît și cutii speciale din lemn (Pl. II, fig. 13). Acestea au un perete din sticlă care glisează, prin care se introduc insectele și unul din sită de mătase pentru a asigura aerisirea. Insectele se introduc împreună cu plantele cu care se hrănesc sau cu fișii de hîrtie moale plisată, pentru a nu se deteriora.

Animalele acvaticе vii se transportă în vase de tablă, închise cu un capac prevăzut cu orificii de aerisire, în care se pun apă și bucăți de plante acvaticе pentru oxigenare.

Elevii pasionați de cercetarea entomologică își pot confecționa o cutie specială, denumită „laborator portativ” (Pl. III, fig. 14) din carton, plăcaj, cu dimensiuni potrivite (ex. 60 × 40 × 20), despărțite în 3—4 compartimente în care se pun 2—3 etaloane, 1—2 cutii entomologice mici, precum și toate celelalte ustensile necesare pe teren, distribuite cît mai economic, după ingeniozitatea fiecăruia (partea internă a capacului, prevăzută cu agățători din elastic, leucoplast poate fi folosită cu deosebit succes). Laboratorul portativ dă astfel posibilitatea colecționarului să aibă la îndemînă tot ce-i trebuie, să prepare chiar pe teren unele piese și să asigure transportul materialului colectat.

3 — *Prepararea și conservarea materialului, condiționează calitatea colecțiilor realizate și menținerea lor în timp.*

Animalele de dimensiuni mici se pot păstra în tuburi sau borcane de sticlă, cu alcool de 70°, sau se montează în preparate, microscopice, între lamă și lamelă. Ca soluții de montare, accesibile pentru laboratorul școlar, recomandăm soluția Faure (10 g chloral hidrat + 10 g gumă arabică + 4 g glicerină + 10 g apă distilată) sau soluția Ionescu (40 g chloral hidrat + 10 g de gumă arabică + 5 g sirop de glucoză + 5 g acid acetic glacial). În mijlocul unei lame de sticlă (2,5 × 7,5 cm) se pun cu o baghetă de sticlă 1—2 picături de soluție, se așează, insecta în poziția dorită și se acoperă cu o lamelă specială de microscopie (20 × 20; 24 × 24 mm). La capetele libere ale lamei se lipesc mici etichete de hîrtie cu denumirea speciei, locul și data colectării, etc. (Pl. III, fig. 15). După uscarea soluției preparatele se țin în cutii speciale, ferite de praf.

Insectele uscate se înțepă pe ace entomologice și se păstrează în cutii de insectar.

Acele entomologice sînt ace cu gămălie speciale, din oțel, cu lungimea de 4—5 cm și grosimi diferite, notate 000, 00, 0, 1, 2, 3, 4, 5; 6; 7. Grosimea acului folosit se corelează cu talia insectei, iar locul în care se înfige acul este caracteristic pentru diferite grupe de insecte (Pl. III, fig. 16). Astfel coleopterele (gîndacii) se înțepă în treimea superioară a



entreei drepte, mai aproape de linia mediană, (acul ieșind ventral între bazele picioarelor mijlocii și posterioare), la odonate (libelule), himenoptere (albine, viespi, bondari etc.) diptere (muște etc.), lepidoptere (fluturi) acul trece prin mijlocul toracelui, iar la heteroptere (ploșnițe) prin mijlocul scutelui (scutela este o formațiune aproximativ triunghiulară, bine dezvoltată la aceste insecte, situată între bazele aripilor, înapoia primului segment toracic vizibil dorsal). Speciile de dimensiuni mici pentru a fi puse în insectar, se lipesc cu gumă arabică pe plăcuțe de carton lucios sau celuloid (paiete), dreptunghiulare ( $5 \times 14$  mm) sau triunghiulare ( $8 \times 18 : 10 \times 22$  mm). Paielele se înfig cu ace entomologice, pe un ac putând fi mai multe paiete, cu insecte din aceeași specie (pl. III, fig. 16).

Înainte de a fi preparate pe ace, la unele insecte cu abdomenul voluminos, conținutul acestuia, scos printr-o incizie mediană ventrală, este înlocuit cu vată înmuiată în formol.

Corpul insectelor sau paielele se ridică pe acul entomologic la  $\frac{2}{3}$  de la vîrf. Picioarele se așează strînse sub corp, iar antenele, dacă sînt lungi se întorc înapoi pe spate (pentru obținerea poziției dorite, la insectele așezate pe o bucată de polistiren ne folosim de ace cu gămălie, pe care le scoatem după 1—2 săptămîni cînd putem trece materialul uscat în insectar). Prepararea fluturilor necesită o grijă deosebită. Pentru întinderea (etalarea) aripilor se folosește presa specială (*etaloarul*) (pl. III, fig. 17) format din 2 fețe plane, ușor înclinate către linia mediană, din lemn moale ( $3 \times 30$ ,  $4 \times 35$  cm), între care este un jgheab lat de 1—1,5 cm, pe fundul căruia se pune plută, turbă, microporos, polistiren, în care se înfige acul entomologic trecut prin toracele fluturelui. Corpul acestuia se introduce în lungul jgheabului (împreună cu picioarele) iar aripile se întind latelal pe fețele plane ale etaloarului, fixîndu-se cu 1—2 fișii de celofan, hîrtie transparentă, calc, prinse în ace cu gămălie. Prepararea corectă cere ca marginea posterioară a aripilor anterioare să fie perpendiculară pe axa longitudinală a corpului, iar antenele să stea paralel cu marginea anterioară a aripilor. Pentru aducerea aripilor în poziția dorită se folosesc ace fine care se înfig sub nervurile groase, către baza aripei, care se ridică sau se coboară după necesități. Pe etaloare, acoperiți cu hîrtie pentru a nu se prăfui, fluturii se țin 10—15 zile, după care se pot trece în insectar.

Dacă prepararea nu se face la scurt timp după colectare și fluturii și-au pierdut elasticitatea este necesar să fie reînmuiați. Pentru aceasta se folosește un vas de sticlă (sau chiar o farfurie) pe fundul căruia se pun 2—3 cm de nisip umed care se acoperă cu o hîrtie de filtru, pe care se așează fluturii. Peste vas se pune un capac (Pl. III, fig. 18) și ca să nu mucegăiască se adaugă cîteva picături de acid fenic. După 10, 24 sau 36 de ore (în funcție de dimensiunile fluturilor și gradul de uscare) materialul este bun pentru preparat. La fel se procedează și cu alte insecte.

Pe etaloare pot fi preparate și alte grupe de insecte la care aripile sînt mari. La albine, viespi, bondari, muște etc. aripile nu se întind lateral ci oblic înapoi și puțin în sus (lăsînd descoperit abdomenul), într-o poziție asemănătoare cu cea pe care o au aceste insecte în repaus.

Spre deosebire de toate celelalte insecte, libelulele nu se omoară imediat, ci, introduse în tuburi de sticlă cu diametrul de 4—6 cm se țin cîteva zile pentru a-și goli intestinul. Se omoară apoi cu eter sau cloro-



form, se trec câteva ore în acetonă, apoi se prepară pe etaloar la fel ca fluturii. Pentru că abdomenul, lung și subțire se rupe ușor se poate proceda pentru consolidare, la introducerea prin partea posterioară a unui fir subțire (de iarbă, pai, etc.).

Pentru prepararea pe ace a omizilor vom indica cea mai simplă metodă. Printr-o incizie la partea posterioară se golește conținutul corpului prin presare ușoară, dinainte înapoi cu o baghetă de sticlă (sau un creion rotund) apoi se introduce în loc (cu pipeta), o soluție viscoasă de celuloid dizolvat în acetonă. După evaporarea acetonei, omida înfiptă pe ac se poate pune în insectar.

*Cutiile de insectar* (Pl. III. fig. 19) sînt cutii din lemn, carton, material plastic, la care lungimea și lățimea pot varia ( $30 \times 20$ ;  $35 \times 25$ ;  $40 \times 30$  cm), dar la care înălțimea trebuie să fie de 7 cm. Pe fundul cutiei se lipește un material moale (carton ondulat, microporos, turbă, polistiren), care se acoperă cu hîrtie albă. Din considerente estetice, fundul cutiei astfel pregătit se poate împărți în 5—6 coloane verticale, prin fișii de hîrtie colorată, panglică subțire, șnur, etc. prinse la capete prin ace cu gămălie.

În cutii insectele se așează după diferite criterii: în ordine sistematică, după planta gazdă, după localitățile de colectare etc. Pe etichetele ce trebuie să însoțească insectele ( $1 \times 3$  cm) se scrie denumirea speciei, locul și data colectării. În colțul de jos din dreapta al cutiei, într-un tub de sticlă sau o pungă de tifon se pune naftalină, un insectifug care ferește insectele preparate de alte specii de insecte care atacă colecțiile. În același scop cutiile trebuie să fie bine închise, cercetarea insectelor putîndu-se face prin geamul capacului.

Cu plantele atacate presate, lipite pe coale albe de carton prin fișii subțiri de calc, se poate alcătui un ierbar special care completează colecția. În colțul de jos din dreapta al fiecărei planșe se trece numele plantei și al dăunătorului, locul și data colectării.

Scoarța și lemnul atacat, cuiburile de omizi se pun în borcane sau tuburi de diferite mărimi, bine închise (după ce în prealabil au fost cloroformizate), iar fructele atacate se păstrează în borcane cu alcool de  $70^\circ$  sau formol 4%.

La anumite intervale de timp, colecția se controlează pentru înlocuirea naftalinei și completarea lichidelor de conservare.

Pentru ca toate aceste activități, desfășurate în timpul excursiei și ulterior în laboratorul de biologie, să-și fi atins pe deplin scopul este bine să existe preocuparea permanentă de a atrage atenția elevilor asupra diferitelor adaptări ale insectelor la modul de viață, făcîndu-se comparație între speciile fitofage și cele zoofage, în ceea ce privește forma generală a corpului, structura pieselor bucale, a antenelor, ochilor, picioarelor, aripilor etc. Este de asemenea indicat să se pună accentul pe necesitatea ocrotirii speciilor utile (parazite și prădătoare), cu rol în limitarea înmulțirii dăunătorilor, în menținerea echilibrului ecologic natural.



## PEȘTI CU ORGANE ELECTRICE

Studentii : BĂRBUȚĂ C., ANCA, STĂNESCU N. MIHAI

Facultatea Biologie, Geografie, Geologie — București

Unele specii de pești — posedă organe specializate care să producă curenți electrice de durată scurtă, de intensitate, voltaje și putere destul de mari. Aceste organe electrice au poziție variabilă pe corp dar în general simetrică față de axul cerebrospinal.

Organele electrice rezultă în urma modificării unei părți a musculaturii corpului, fiind alcătuite dintr-un țesut generator cu aspect vitros.

Se cunosc circa 250 specii de pești actuale și fosile care prezintă sau prezentau organe electrice.

Speciile de pești, cartilaginoși, din fauna actuală, cu organe electrice aparțin genurilor *Torpedo* și *Raja* (ord. *Rajiformes*). Printre speciile genului *Raja* mai înzestrate cu asemenea organe se numără *Raja batis* la care în stadiul de adult organul electric se întinde pe 8/10 din lungimea cozii. La alte specii ca *Raja clavata*, *Raja maculata*, *Raja radiata*, acest organ are o extindere mai mică, ocupând doar 2/3 din coadă. La speciile de talie mică organul electric este redus la un tub gelatinos a cărei greutate măsoară mai puțin de un gram.

La speciile genului *Torpedo* — organele electrice reniforme, situate în partea anterioară a corpului, prezintă dimensiuni variate. La torpilele mai mari aceste organe ocupă 1/3 din lungimea peștelui. Peștii cartilaginoși care posedă organe electrice sînt pești pasivi. Organele lor electrice produc descărcări care nu depășesc 100 V deoarece apa de mare este un foarte bun electrolit. De aceea sînt necesare tensiuni mici pentru a paraliza prada.

Printre peștii osoși actuali se întîlnesc mai multe specii care posedă organe electrice. Aceștia sînt pești teleostei și în marea lor majoritate populează apele dulci. Mulți dintre aceștia sînt capabili de descărcări electrice de cîteva sute de volți care să anuleze rezistența electrică mai mare a apei dulci.

Printre cele mai cunoscute specii se numără :

1. *Electrophorus electricus* (Fam. *Gymnotidae* — ord. *Cypriniformes*)
2. *Malopterurus electricus* (Fam. *Malopteruridae* — ord. *Cypriniformes*)



3. *Mormyrus longipinnis* (Fam. Mormyridae — ord. Clupeiformes)
4. *Gymnarchus niloticus* (Fam. Gymnarchidae — ord. Clupeiformes)
5. *Astroscopus y-graecum* (Fam. Uranoscopidae — ord. Perciformes)

Alte specii de pești electrice ce aparțin Fam. Gymnotidae sînt mai puțin cunoscute: *Gymnotus carapo*, *Eigenmannia virescens*, *E. lineatus*, *Sternarchus albifrons*.

Anatomia organelor electrice la pești este extrem de variată.

Această varietate a impus stabilirea a 7 tipuri morfologice principale de organe electrice. În continuare, vom caracteriza fiecare din aceste tipuri.

1. — Genul *Raja* cuprinde unele specii care prezintă 2 organe electrice de formă conică, plasate în lungul cozii. În partea anterioară, organele electrice se afundă în masa musculară a corpului. În partea posterioară, ele vin în contact cu pielea nudă a rechinului. Cele 2 organe sînt despărțite între ele de coloana vertebrală și de două coloane musculare (una dorsală și una ventrală) (fig. 1).

În secțiune transversală, prin aceste organe se observă cum plăcile electrice se găsesc dispuse concentric. Studiindu-se secțiunile transversale, s-a constatat că plăcile electrice sînt dispuse în șiruri, care la rîndul lor alcătuiesc conuri ce se introduc unul în altul, dînd o mai bună solidaritate a elementelor electrice în cadrul organului (fig. 2).

Dă reținut că la *Raja batis*, organul electric ocupă 8/10 din lungimea cozii, la *R. clavata*, *R. maculata* și *R. radiata*, 2/3 din lungimea cozii, iar la raidele mici, se reduce la mici tuburi gelatinoase.

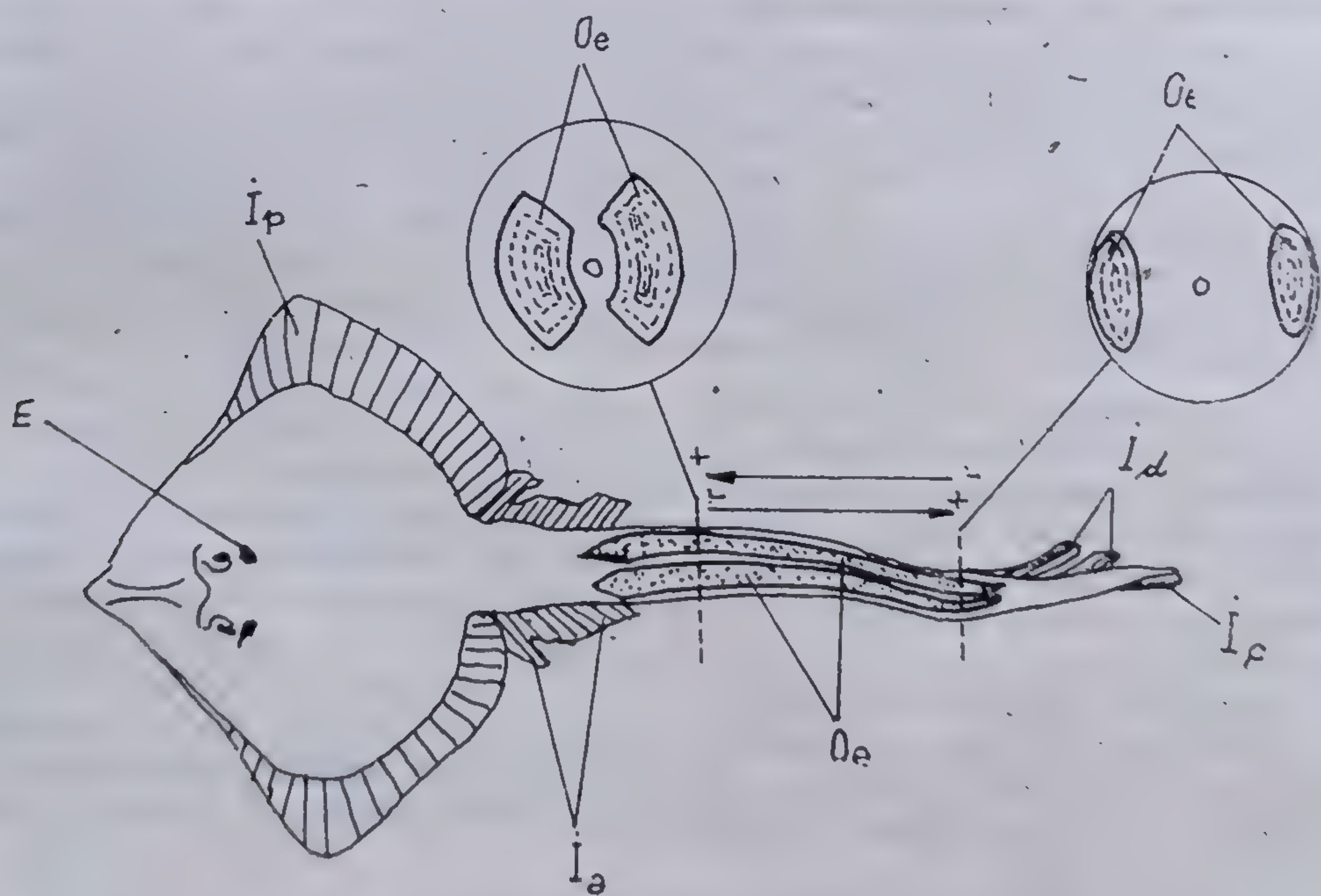


Fig. 1 — Poziția organelor electrice la *Raja* sp.  
 E — evînt (spiracul); Ia — înotătoare abdominale; Id — înotătoare codală;  
 Ip — înotătoare pectorală; Oe — organe electrice.

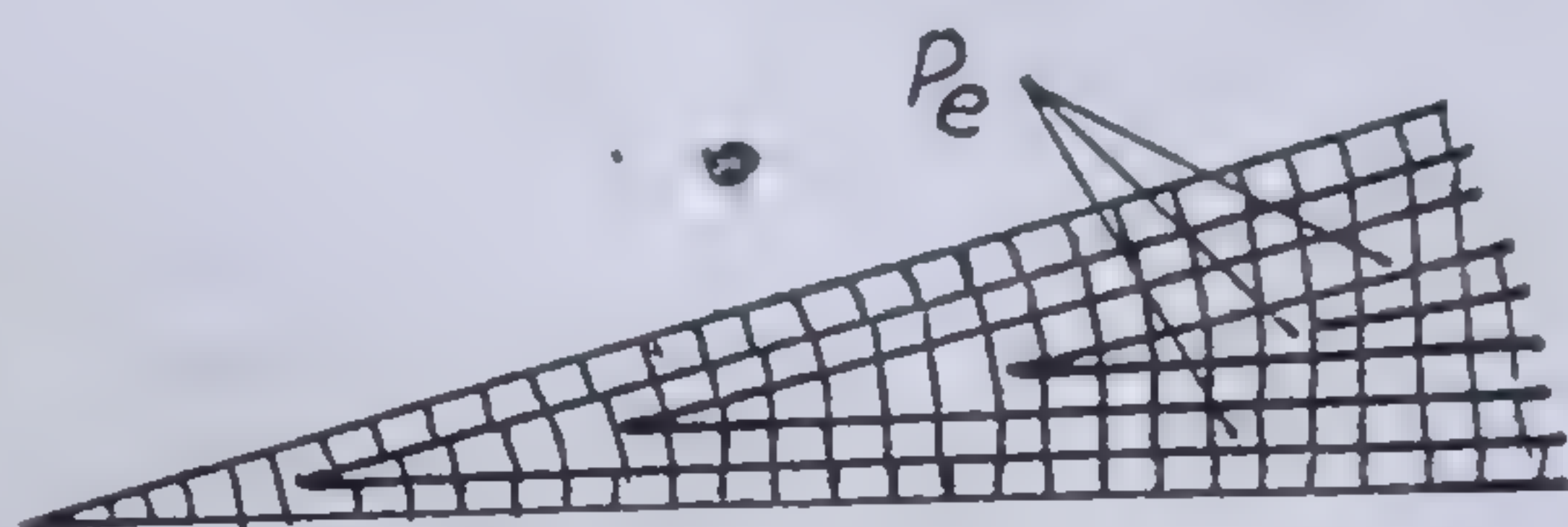


Descărcările se produc în ambele sensuri, alternativ (atît din partea anterioară spre partea posterioară cît și invers).

La *Raja undulata* și la *Raja clavata*, tensiune maximă a unei descărcări nu depășește 4V. *Raja batis* poate produce descărcări de ordinul zecilor de volți.

Fig. 2 — Dispoziția plăcilor electrice la *Raja*.

Pe — plăci electrice.



2. — La speciile genului *Torpedo* apar tot două organe electrice pereche, reniforme, situate în jumătatea anterioară a corpului (fig. 3).

Ocupă circa  $\frac{1}{3}$  din lungimea totală a animalului și circa o jumătate din anvergura (lățimea) sa. Raportul dintre greutatea organelor electrice și greutatea corporală atinge  $\frac{1}{6}$  la *Torpedo marmorata* și  $\frac{1}{4}$  la *Torpedo ocellata* și *Torpedo occidentalis*. La torpedinide, organul electric prezintă deci o mare dezvoltare. Organele electrice vin în contact cu pielea de pe partea dorsală a corpului, sensul descărcărilor fiind dinspre profunzime spre partea superficială a organului.

La torpile, organul electric are o structură aparte. El este format din mai multe prisme verticale, hexagonale sau pentagonale, formate din plăci electrice suprapuse. Plăcile sînt separate între ele de pereți din țesut conjunctiv, fiecare placă electrică apărînd în cîte o cămăruță.

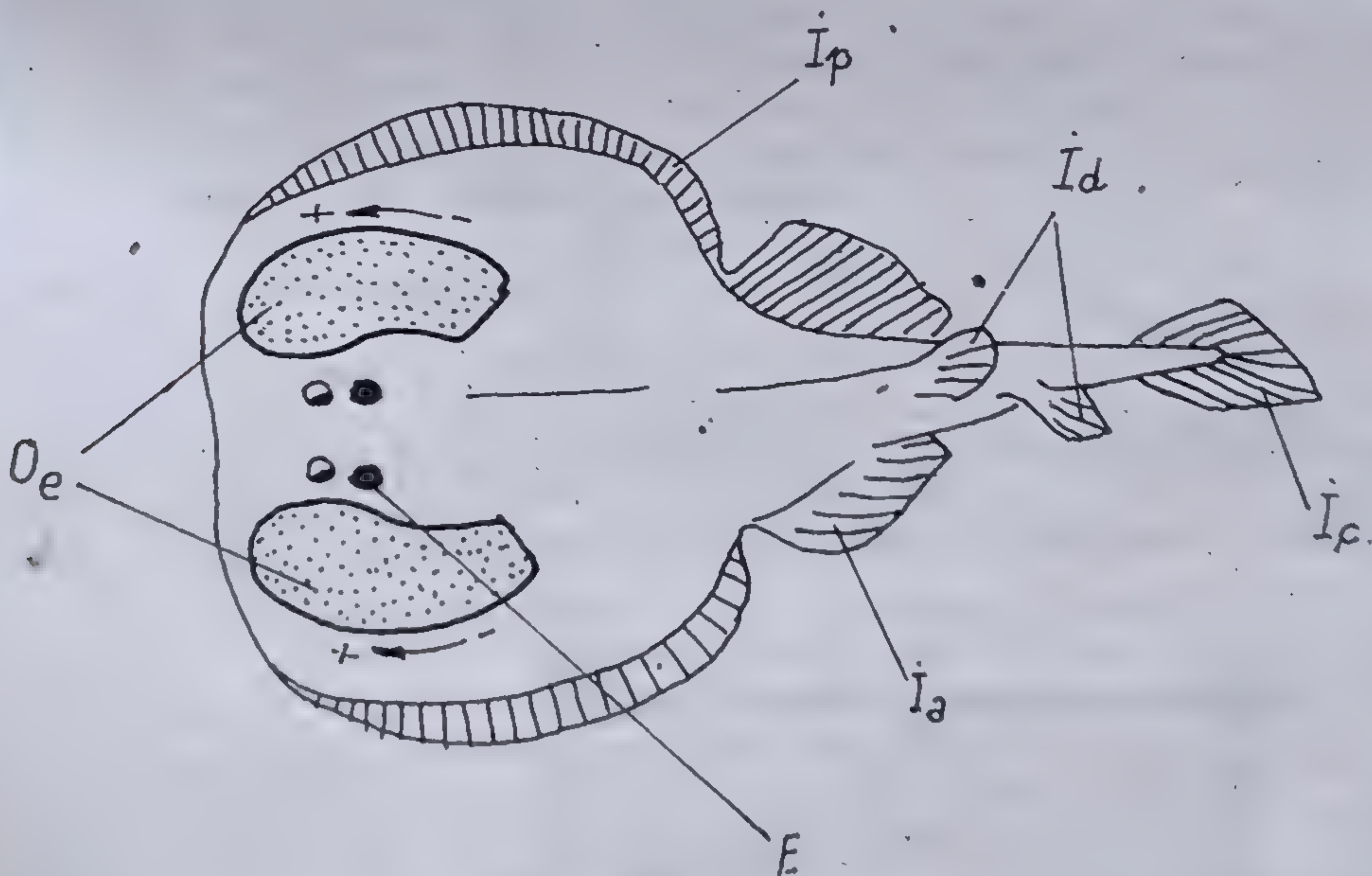


Fig. 3 — Poziția organelor electrice la *Torpedo*.

E — event (spiracul); Ia — înotătoare abdominală; Ic — înotătoare codală; Id — înotătoare dorsală; Ip — înotătoare pectorală; Oe — organe electrice.



Prisme sînt și ele delimitate de pereți de natură conjunctivă, în care apar nervi și vase de sînge. Structura plăcii electrice este similară la toți peștii electrice. O placă electrică prezintă la exterior o membrană conjunctivă numită electrolemă (fig. 4). La interior, placa electrică prezintă o substanță omogenă, transparentă și gelatinoasă, în care se găsesc celule stelate și lobate. La exteriorul electrolemei apare o masă gelatinoasă în mijlocul căreia apar nuclee foarte mari. Fața superioară a plăcii este de regulă netedă, la ea sosind fibrele nervoase care se ramifică într-o rețea terminală. Această față este acoperită de un strat epitelial subțire numit stratul celulei electrice. Fața inferioară prezintă o serie de papile înglobate în masa gelatinoasă. Pe această față vin vasele sanguine care hrănesc placa electrică. De regulă fața inferioară este electronegativă, iar fața vascularizată electropozitivă. O astfel de placă se poate omologa cu un element al unei pile Volta. Plăcile sînt legate în serie, astfel încît tensiunea produsă de fiecare placă se va însuma cu a plăcilor din cadrul primei, dînd o tensiune destul de mare. Diametrul unei astfel de prisme este de 4—8 mm. Structura unei plăci electrice este cea din fig. 4.

O prismă conține circa 150—200 de plăci.

La *Torpedo marmorata*, tensiunea unei descărcări depășește rar 45 V, la un amperaj de 2 A. La *Torpedo occidentalis*, tensiunea unei descărcări poate atinge 90 V.

Organele electrice sînt inervate, la *Torpedo marmorata*, de 4 nervi, inegali ca grosime și importanță. Nervul III inervează majoritatea plăcilor electrice (peste 12.000). În timpul descărcării, curentul circulă de la partea profundă a organului spre partea superficială a acestuia.

3. La peștii osoși din familia *Gymnotidae* (*Electrophorus electricus* și *Gymnotus electricus*), organele sînt destul de complexe. Sînt pești anguiliformi, care ating o lungime maximă de 2 m. Aceste cypriniforme trăiesc în apele dulci ale Americii de Sud, în fluviile Orinoco și Amazon.

Prezintă două organe electrice voluminoase. Din lungimea totală a corpului, circa 5/6 este reprezentată de lungimea organelor electrice. Din greutatea totală a corpului, circa 3/8 este reprezentată de greutatea organelor electrice.

Fiecare din cele două organe se învecinează în partea superioară cu baza vezicii gazoase și cu masa musculară dorsală, în partea anterioară cu cavitatea abdominală, iar în partea inferioară cu fascicule musculare subțiri. În partea externă (laterală) pe toată lungimea corpului, între abdomen și înotătoarea anală, organul electric vine în contact cu pielea.

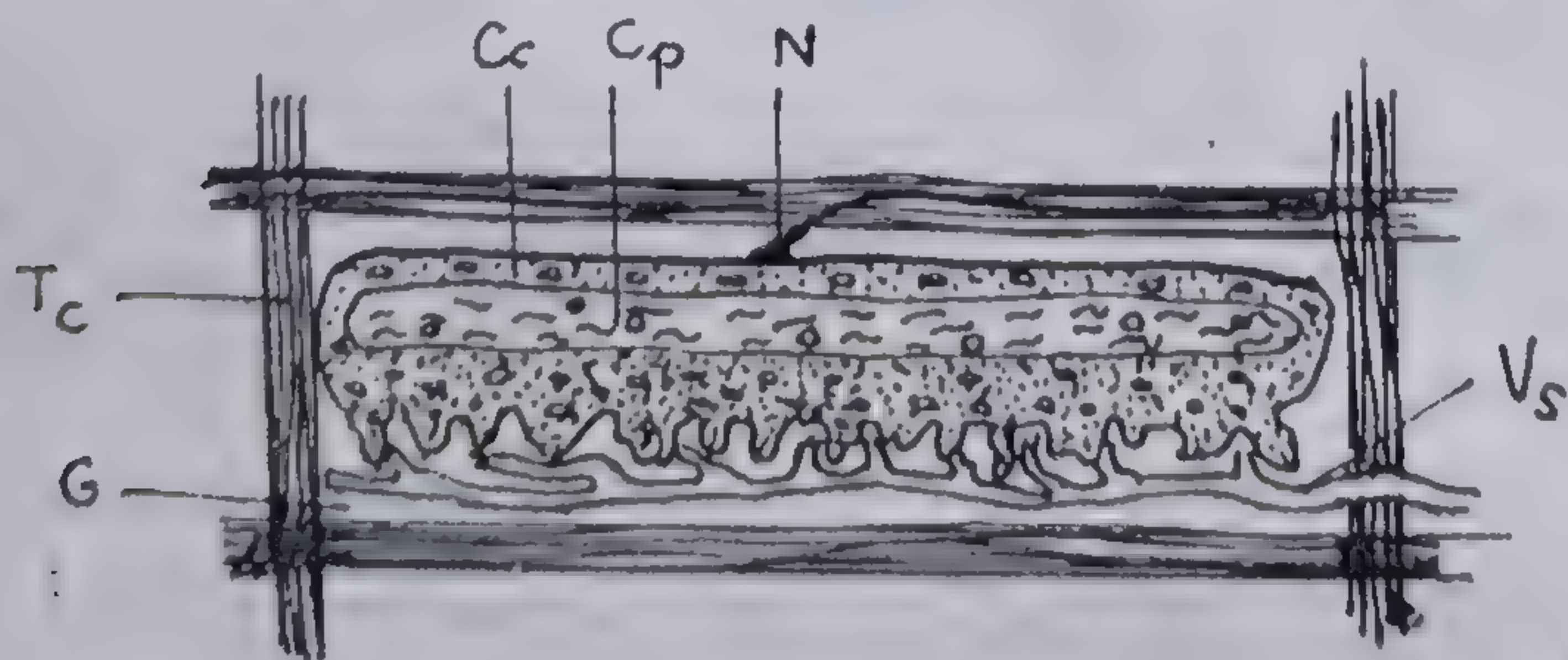


Fig. 4 — Structura organelor electrice la torpilă (*Torpedo* sp.).

Cp — porțiunea centrală a plăcii electrice; Cc — cușca electrogenă; G — gel conjunctiv; N — nerv; Tc — țesut conjunctiv; Vs — vas sanguin.



- Fiecare din cele două organe electrice este diferențiat în trei părți ;
- organul principal, care este partea cea mai voluminoasă a organului electric ;
  - organul lui Hunter, care se prezintă ca o formațiune fuziformă plasată sub organul principal ;
  - organul lui Sachs, care se distinge prin aspectul său vitros, apare în partea posterioară a organului principal.

La *Gymnotus electricus*, organele electrice se prezintă ca în fig. 5.

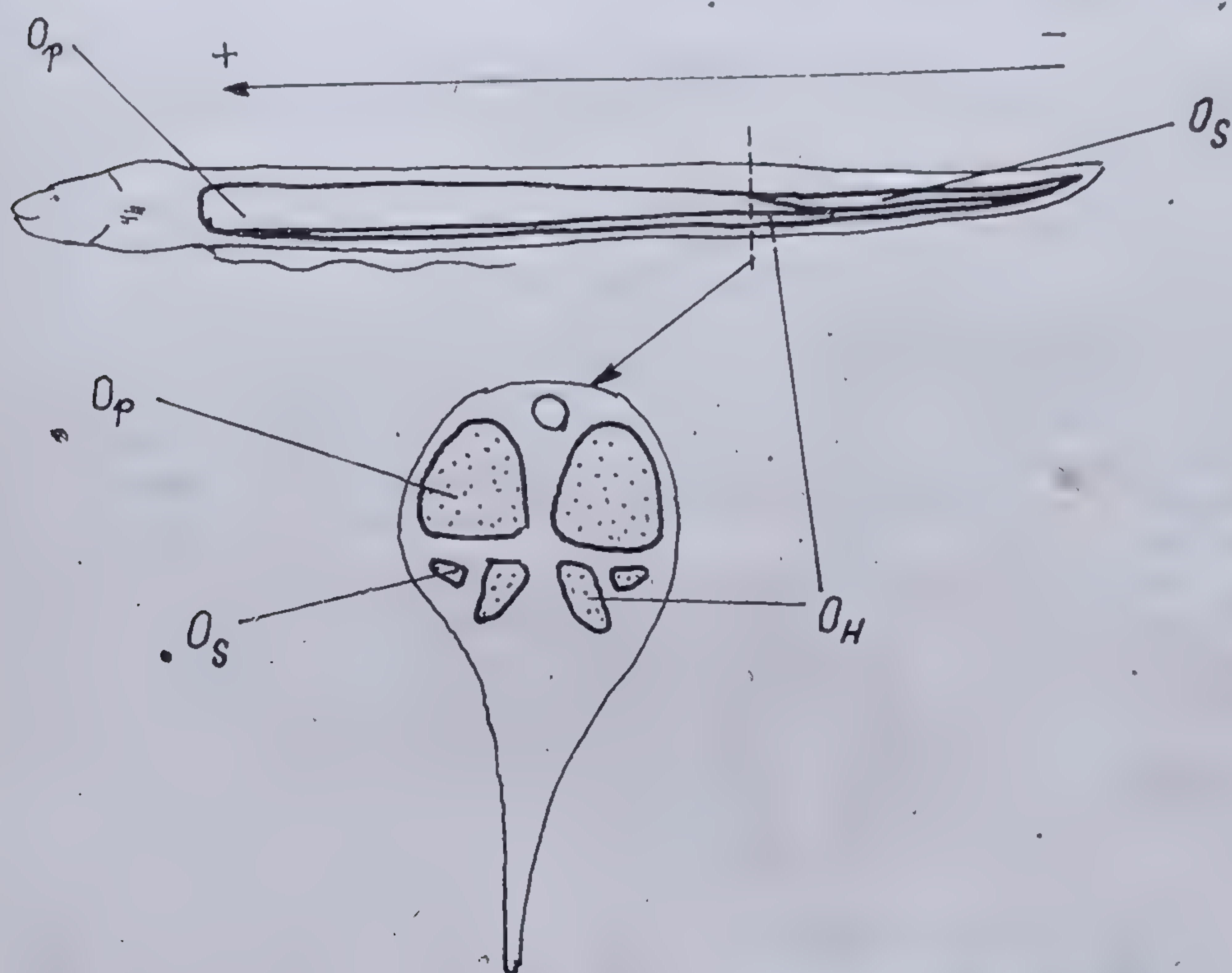


Fig. 5 — Poziția și alcătuirea organelor electrice la *Gymnotus electricus*.  
O<sub>H</sub> — organul lui Hunter ; O<sub>p</sub> — organul principal ; O<sub>s</sub> — organul lui Sachs.

La *Electrophorus*, impulsul este dirijat de la coadă spre cap.

Plăcile electrice sînt dispuse și aici în serie, ca la *Torpedo*.

Fiecare impuls are o durată de aproximativ 3 milisecunde, un voltaj de circa 500 V și un amperaj de 20 A. O descărcare este constituită din mai multe feluri de impulsuri care se succed de cîteva ori pe secundă. Organul electric este folosit mai ales la atac. *Gymnotus* distruge o cantitate de pește mult superioară cantității pe care o consumă. Trăiește în ape murdare și are înot greoi.

4. — La *Malopterurus electricus*, o altă specie de cypriniforme din familia Malopteruridae, organul electric se prezintă ca o manta care înconjoară complet corpul, separînd viscerele de tegument (fig. 6).



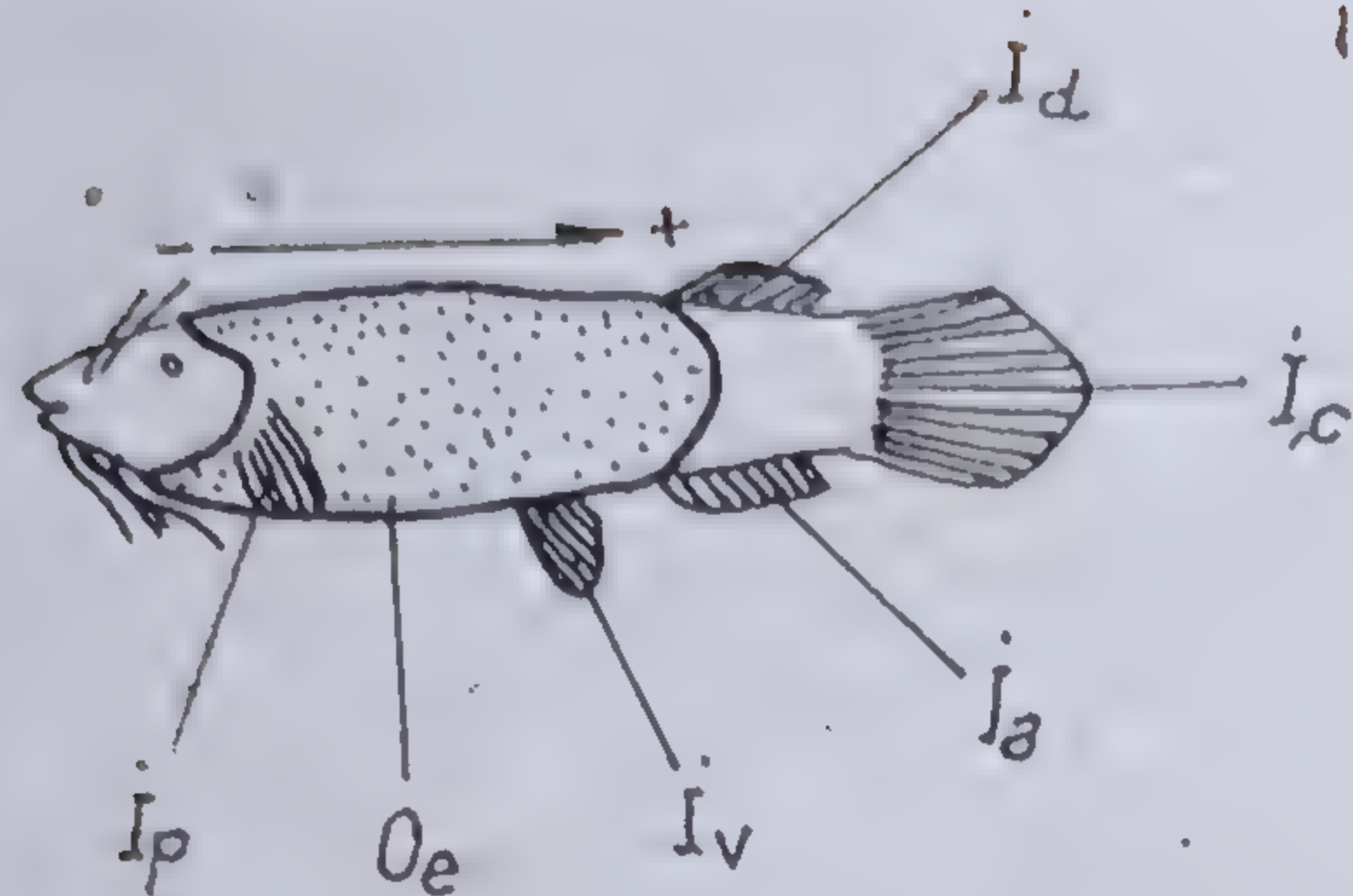


Fig. 6 — Poziția organului electric la *Malopterurus electricus*.  
*I<sub>a</sub>* — înotătoare abdominală; *I<sub>c</sub>* — înotătoare codală; *I<sub>d</sub>* — înotătoare dorsală; *I<sub>p</sub>* — înotătoare pectorală; *I<sub>v</sub>* — înotătoare ventrală; *O<sub>e</sub>* — organ electric.

Grosimea acestei mantale atinge 7,8—9,7 mm, reprezentând circa 2,25% din greutatea corpului. Impulsul electric este dirijat spre partea posterioară a corpului.

La *Malopterurus*, plăcile electrice sînt dispuse paralel cu tegumentul, nefiind dispuse în prisme. Prismele sînt absente, plăcile îmbrăcîndu-se între ele. Nervii care inervează organele electrice își au originea în măduva spinării, în partea anterioară. Nervii ies prin același orificiu cu primul nerv rahidian. Tensiunea maximă produsă în timpul unei descărcări este de 450 V. Specia populează apele din Africa tropicală.

5. La *Mormyrus longipennis*, clupeiform din Fam. Mormyridae, apar organe electrice, situate pe pedunculul caudal. Au formă de cilindri alungați, ocupînd circa 1/5 din lungimea totală a corpului, așa cum reese din fig. 7.

Nervii, care inervează organele electrice pleacă din măduva caudală. *Mormyrus longipinnis* trăiește în lacurile și riurile din Africa. Prezintă și organe electrice mai slabe, pe laturile corpului. Acestea îi servesc la orientare în apele tulburi, mîloase (dau numai 2 V).

6. La *Gymnarchus niloticus* există 8 organe electrice mici, tubulare, repartizate pe pedunculul caudal în 4 perechi:

- o pereche dorsală,
- o pereche median superioară,

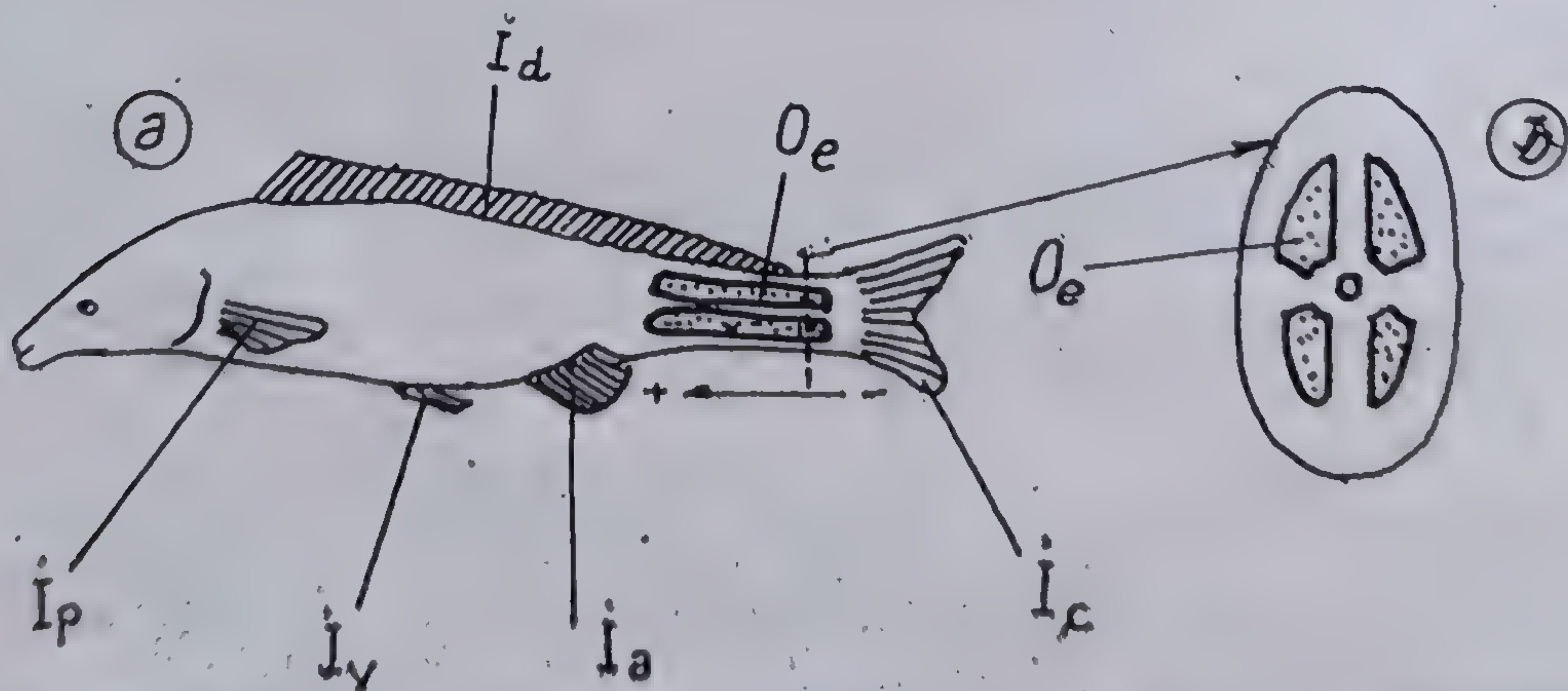


Fig. 7 — Poziția (a) și alcătuirea (b) organelor electrice la *Mormyrus longipennis*.  
*I<sub>a</sub>* — înotătoare anală; *I<sub>c</sub>* — înotătoare codală; *I<sub>d</sub>* — înotătoare dorsală; *I<sub>p</sub>* — înotătoare pectorală; *I<sub>v</sub>* — înotătoare ventrală; *O<sub>e</sub>* — organe electrice.



- o pereche median inferioară,
- o pereche ventrală.

Aceste organe se subțiază în partea anterioară, unde se fixează de musculatură corpului. În partea posterioară, organele electrice se prelungesc până în partea cindală, a corpului (fig. 8).

Perechea de organe mediane superioare și cea median inferioară sînt mai lungi decît perechile dorsale și ventrale. Curentul circulă din-spre partea posterioară spre partea anterioară a organului electric.

*Gymnarchus* emite semnale electrice în jurul său. Semnalele sînt de înaltă frecvență (400 sec.) și revin ca un ecou dacă întîlnește un obstacol. Organele electrice servesc la atac și apărare.

7. La *Astroscopus y-graecum*; organele electrice sînt plasate în cavitățile orbitale, în spatele ochilor (care sînt împinși anterior) (fig. 9).

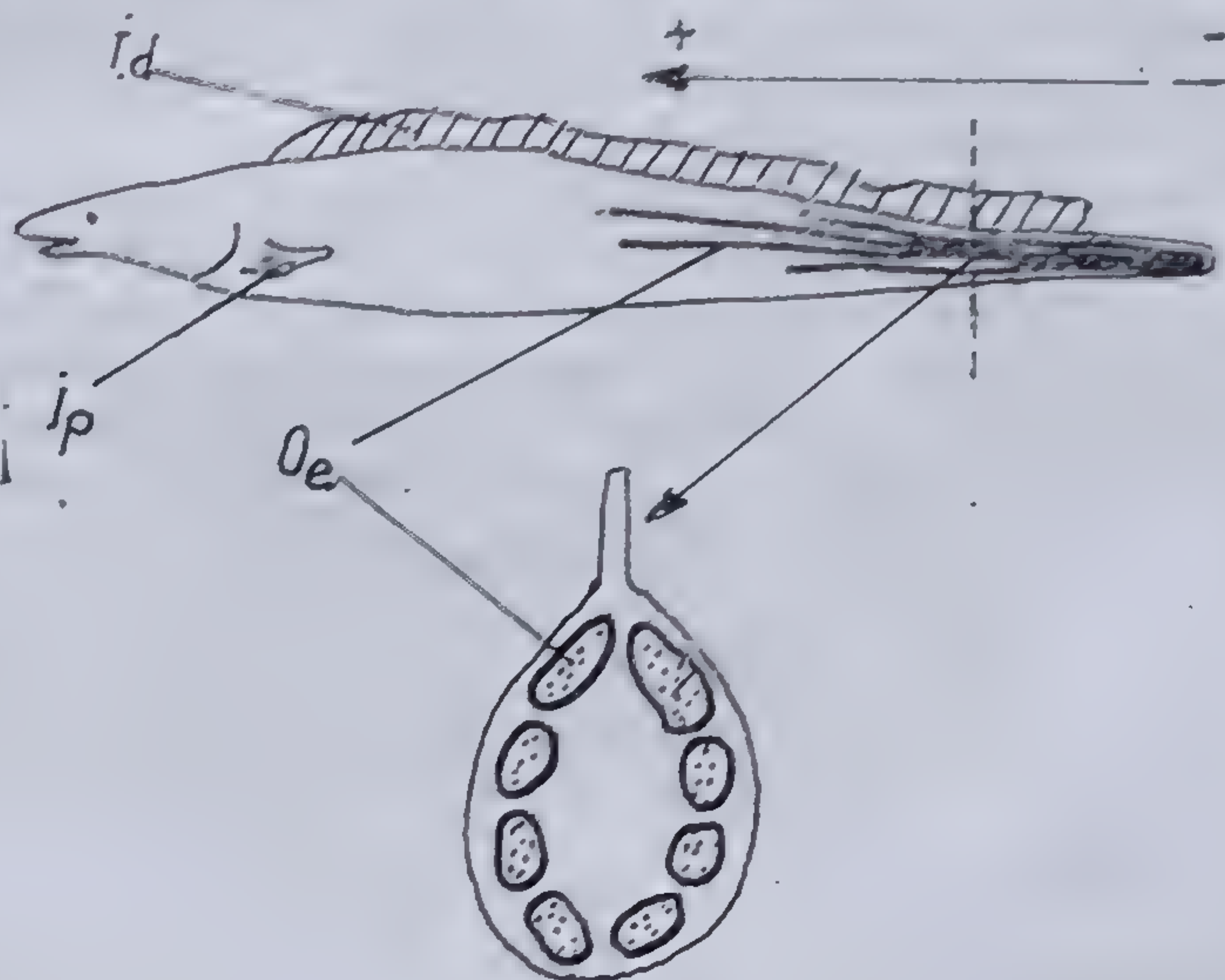


Fig. 8 — Poziția și alcătuirea organelor electrice la *Gymnarchus niloticus*.

Id — înotătoare dorsală; Ip — înotătoare pectorală; Oe — organe electrice.

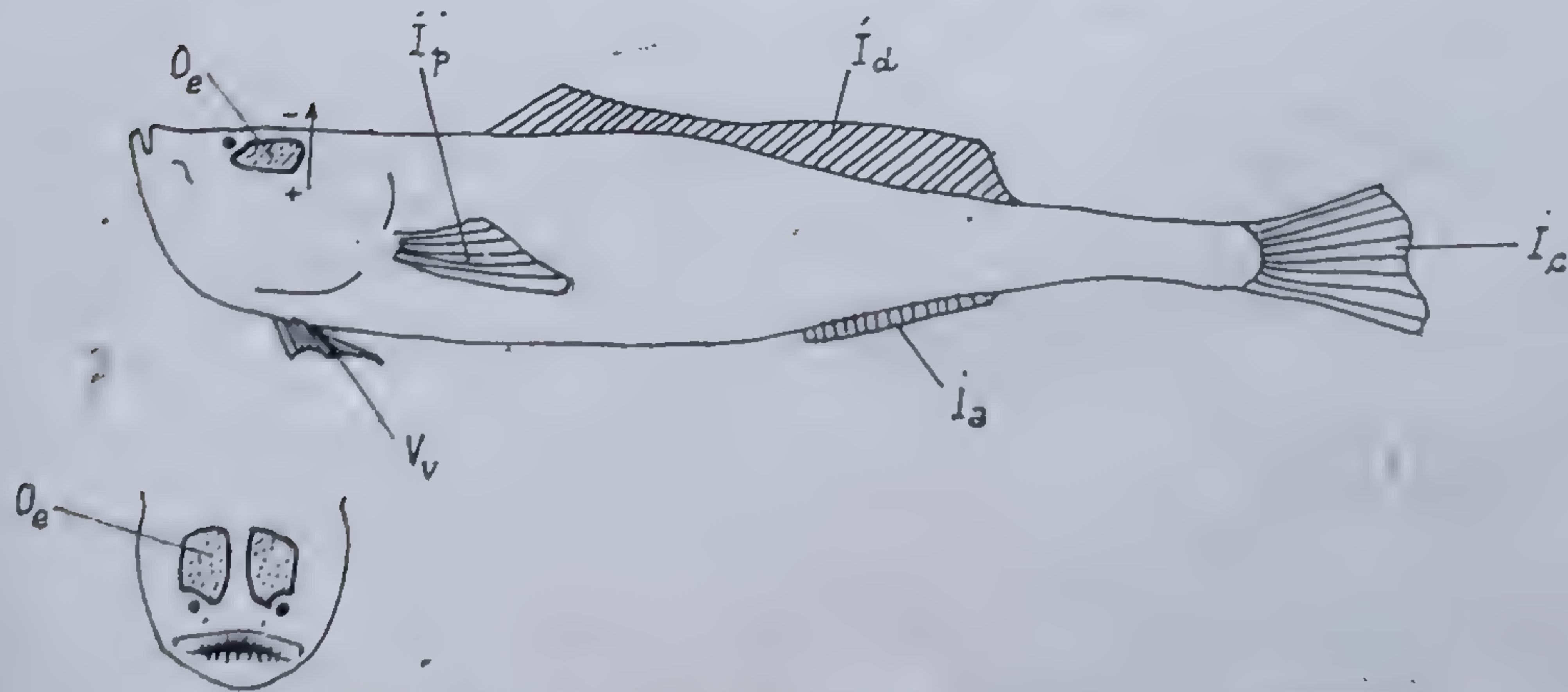


Fig. 9 — Poziția organelor electrice la *Astroscopus y-graecum*.

Ia — înotătoare anală; Ic — înotătoare codală; Id — înotătoare dorsală; Oe — organe electrice; Vv — ventuza ventrală.



Au o formă paralelipipedică (3 x 2 x 2 cm) și prezintă o crescătură în dreptul ochilor.

Aici, curentul circulă spre partea superficială a organului electric, care este acoperită de tegument. Organul electric prezintă 150—200 straturi de electroplăci dispuse paralel cu suprafața tegumentului. Nu apar septe are să delimiteze coloanele de electroplăci.

Produce un curent de circa 80 V la 1,5 A. Peștele stă fixat cu ventuza de stînci, iar atunci cînd un peștișor trece pe deasupra capului îl curentează prin atingere. Șocul ametește prada care îi cade direct în gură. Este o specie marină.

8. — La *Steotogenys elegans*, organele electrice apar sub bărbie avînd aspectul unor filamente albe, cilindrice. Fiecare din aceste filamente este situat într-o fosetă acoperită de tegument.

Organele electrice enumerate mai sus, care produc descărcări de puteri mari servesc la atac și apărare. Se cunosc însă și organe electrice mai slabe, care produc curenți de puteri mai mici. Aceste organe au o utilitate mai largă ;

- servesc la orientarea în cîmpul magnetic terestru. În acest caz, animalul se orientează de așa manieră încît biocîmpul său să fie paralel cu cîmpul magnetic terestru. Dacă biocîmpul este de dimensiuni și intensități mai mari, orientarea va fi mai precisă. Astfel de pești asociați în bancuri au migrații extrem de precise, în timp ce indivizii care se rătăcesc de banc nu ajung niciodată la destinație. Un singur individ are un biocîmp de numai 0,5 m, față de 3,5 m (biocîmpul unui banc) ;
- servesc la informarea colectivă între peștii din cadrul bancului. Impulsurile electrice produse de un lider sînt recepționate de organele electroreceptoare ale celorlalți indivizi, în felul acesta fiind coordonate manevrele bancului ;
- apel la împerechere. Masculii singuratici de la unele specii emit descărcări electrice de o anumită modulație, care atrag femelele ;
- detectarea prăzii. Dacă biocîmpul animalului este „deranjat“ apare un ecou, care este captat de organele electroreceptoare ale animalului. În acest fel se poate detecta prada în apele mîloase și tulburi ;
- la unii pești electrici, delimitarea teritoriului se face prin semnale electrice continue. Dacă un intrus pătrunde pe acest teritoriu, el poate capta semnalul emis de „proprietar“. La rîndul său, intrusul emite semnale de provocare, iar ca răspuns, „proprietarul“ iese din vizuină și emite la rîndul său semnale de intimidare. Dacă intrusul nu pleacă, se încinge o încăierare cu impulsuri de circa 20—30 V.

Organele electrice apar mai ales la peștii cu înot greoi, care au astfel un mijloc de capturare a prăzii.



## **OPȚIUNE PENTRU STUPUL DE OBSERVAȚIE CU PEREȚII DE STICLĂ, VERTICAL PE DOUĂ RAME UTILIZAT ÎN ȘCOALĂ**

**Studentii : TEGUȘ MIRELA, MOCANU EMANUELA,  
TRIFAN CARMEN, GĂGIU MARIANA**

**Coordonator științific : Lector dr. DABIJA PAUL  
Facultatea Biologie, Geografie, Geologie — București**

Conform sarcinilor trasate de Congresul al XIII-lea al P.C.R. și în conformitate cu Programul de dezvoltare al agriculturii, din țara noastră, în actualul cincinal 1986—1990, urmează ca numărul de familii de albine, cât și producția de miere anuală să se dubleze.

Școala poate contribui la dezvoltarea apiculturii românești prin atragerea tineretului către munca în apicultură îndeplinind astfel desideratul învățămîntului formativ.

Sarcina creșterii calitative a procesului de învățămînt la obiectele biologice și agricultură se poate realiza atît în activitatea cerută de programa școlară în care se prevăd teme apicole cât și în activitatea de cerc școlar apicol, ambele organizate la nivelul celor mai înalte exigențe.

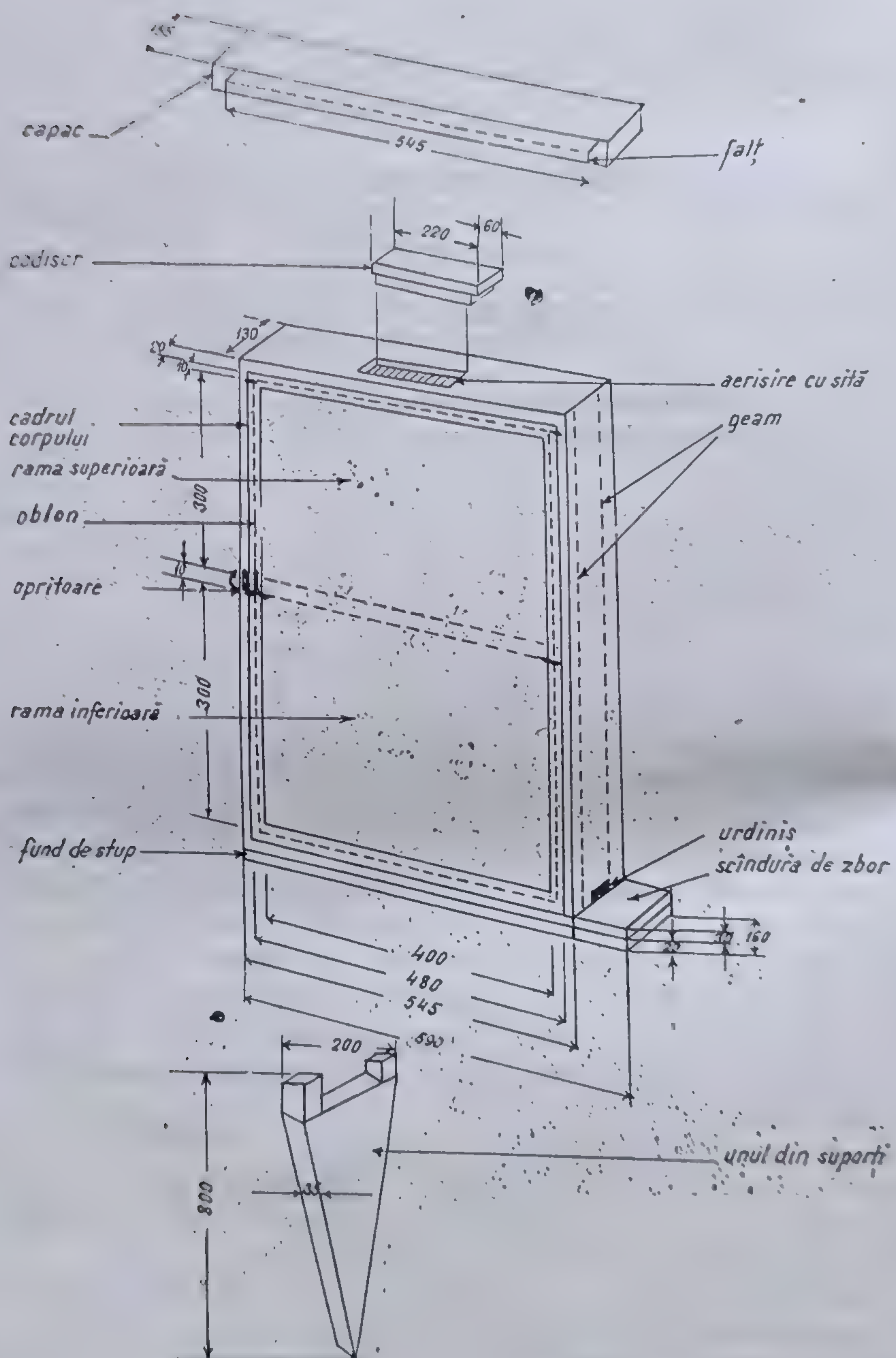
Stupul de observație poate constitui un auxiliar prețios profesorului de biologie și agricultură fiind utilizat, mai ales, în activitatea cu întreaga clasă, oferind spre studiu un material viu deosebit de interesant și care satisface curiozitatea științifică fără pericolul de a fi înțepat, caz nefericit în care lecția poate fi o totală nereușită, mai ales înlăturînd riscul înțepăturilor de albină pentru elevii alergici și evitîndu-se astfel accidente grave.

Stupul de observație poate fi în același timp realizarea și mîndria membrilor cercului apicol școlar, care pot urmări cu mai multă ușurință manifestările biologice ale familiei de albine, care au posibilitatea cunoașterii diferitelor activități ale albinelor din stup.

Există două categorii de stupi sistematici, verticali la care cuibul familiei de albine se dezvoltă pe verticală, așa cum în mod natural se petrece în scorbură la albinele din păduri și orizontali la care cuibul se mărește prin adăugarea de rame laterale cuibului.



# SCHITA STUPULUI DE OBSERVAȚIE





Stupul de observație pe două rame așezate vertical oferă albinelor un adăpost mai apropiat ca formă de cel în care albinele trăiesc în mod natural (fig. 1) \*.

Prin peretele de sticlă al stupului de observație se poate vedea alcătuirea cuibului, categoriile de celule din cuib, categoriile de membri ai familiei, cum matca depune ouăle în celulele fagurilor, se pot urmări transformările pe care le suferă noul organism de la faza de larvă (puiet necăpăcit) la faza de nimfă (puiet căpăcit) și pînă la ieșirea albinei adulte, care roade căpăcelul acoperitor al celulei care o adăpostește.

Interesante sînt și unele aspecte din activitatea albinelor tinere cum ar fi modul în care ele execută curățirea celulelor, cum doicile hrănesc și încălzesc puietul, cum prepară mierea din nectar și cum indeasă insistent cu capul polenul în celule. Totodată se poate observa cum construiesc faguri, cum aerisesc și răcoresc stupul prin mișcările aripilor care devin „ventilatoare” în miniatură, cum își păzesc adăpostul de dușmani.

Albinele mai vîrstnice se îndeletnicesc cu culesul. La întoarcerea în stup ele vestesc suratele noile surse de cules printr-un „dans” specific. Culegătoarele se întorc de la cules cu gușita plină de nectar și cu panerașele de la picioare încărcate cu polen. Stupul de observație asigură posibilitatea de a se urmări ieșirea mătci tinere din botcă (celula în care s-a dezvoltat), întoarcerea de la zborul de împerechere, lupta dintre mătci rivale etc.

Curiozitatea observatorului este trezită, către toamnă, de felul în care albinele izgonesc trîntorii neputincioși, cum luptă împotriva vies-pilor care au venit să le fure miere, cum reacționează ele la ajutorarea lor cu sirop de zahăr, cum își pregătesc cuibul pentru iernare prin propolizare (lipirea crăpăturilor din stup cu un clei — propolis). În sfîrșit, odată cu venirea nopților răcoroase, cum se strîng albinele în ghem, formă de apărare a familiei de frigul iernii etc.

Din octombrie și pînă în aprilie albinele trebuiesc adăpostite într-un stup normal, deoarece în stupul de observație nu pot rezista la frig.

Stupul de observație cel mai corespunzător, cel mai practic și cel mai des întîlnit este fabricat de Combinatul de utilaj apicol București. Totuși noi prezentăm și detaliile de construcție pe lîngă descrierea lui generală, deoarece există posibilitatea construirii lui, poate chiar de către elevii școlii în cadrul atelierului școlar de tîmplărie.

Stupul de observație pe care îl descriem are forma unei lădițe în care sînt așezate, una deasupra celeilalte, două rame de cuib de dimensiunile 435 × 300 mm sprijinită în falțuri tăiate în cîte o șipcă montată în interior, de peretele din fața una, și cealaltă în cel din spate.

Materialul lemnos folosit pentru construcția stupului este scîndura de brad trasă la rindea. Corpul stupului (lădița) este formată din cadrul de lemn alcătuit din fundul fix (care se prelungește în față cu scîndura de zbor), cei doi pereți, din față (prevăzut cu urdiniș inferior) și spate și scîndura superioară de legătură dintre ei. Acest cadru se confecțio-

---

\* Stupul prezentat se poate achiziționa de la combinatul Apicol al A.C.A. București.



nează din scîndură de 20 mm. În scîndura superioară de legătură se taie un orificiu dreptunghiular prevăzut cu o sită de aerisire, spre interiorul stupului. Peste acest orificiu se aşează podişorul de dimensiuni mai mari decît orificiul şi prevăzut cu un falţ continuu pe toate laturile sale care îi permite fixarea lui în orificiu. Lateral, stupul este prevăzut cu cîte un geam montat într-o ramă de scîndură prinsă cu cîte două balamale în peretele din faţă al stupului. Acest geam este dublat de cîte un oblon confecţionat dintr-o ramă de scîndură infundată cu PFL şi deasemenea prinsă de peretele din faţă al stupului în aşa fel încît oblonul infundat în corpul de stup este fixat cu o opritoare, cînd stupul este închis.

Capacul stupului este alcătuit dintr-o ramă de scîndură care se sprijină pe corp pe un falţ tăiat în marginile inferioare, iar în partea ei superioară rama capacului este infundată cu PFL. Capacul este acoperit cu tablă galvanizată.

Stupul este fixat bine pe doi suporturi din lemn de esenţă tare în formă de pană (triunghi ascuţit cu baza în sus) care se înfing cu capătul ascuţit în sol, iar în capătul superior prezintă cîte o tăietură în care intră fundul de stup.

Stupul de observaţie se vopseşte la exterior în alb (în interior se lasă nevopsit, ca de altfel toţi stupii).

El se populează primăvara cu o familie mică (de 2—3 faguri acoperiţi cu albine care se concentrează pe cei doi faguri ai stupului) sau cu un nucleu (familie mică de 2—3 rame) păstrat în acest scop peste iarnă sau se introduce în stup un roi natural, care se scutură din roiniţă pe o scîndură în faţa urdinişului.

În cazul în care se dispune de familii ajutătoare stupul de observaţie se poate popula primăvara, prin aprilie, ridicîndu-se matca vîrstnică dintr-o familie de bază împreună cu un fagure acoperit cu albine şi cu puiet de toate vîrstele, care se introduce în partea de jos a stupului de observaţie, iar deasupra acestuia se introduce încă un fagure luat din aceeaşi familie şi acoperit cu albine, care conţine multă miere. Familia ajutătoare care are matcă tînără, se uneşte cu familia de bază care devine astfel puternică (cu un număr mare de albine obţinute din puiet numeros de la două mătci) şi o matcă tînără, valoroasă, în preajma marelui şi importantului cules de la salcîm pe care îl poate valorifica din plin.

Popularea stupului de observaţie se mai poate face ceva mai tîrziu, în perioada de creştere a matcilor, cînd se utilizează o botcă matură din care este gata de ieşire matca de preferinţă luată de la o familie care a fost forţată să intre în frigurile roitului înaintea celorlalte familii imputernicirea ei cu faguri cu puiet căpăcit luate de la celelalte familii din stupină şi cu cuibul mult restrîns şi suprapopulat, ceea ce o sileşte să intre în frigurile roitului şi să crească botci utilizate pentru creşterea matcilor în stupină. Şi în acest caz rama de jos a stupului de observaţie, pe care se fixează botca, este bine acoperită cu albine şi conţine puiet de toate vîrstele, iar cea de sus luată din aceeaşi familie este de asemenea acoperită cu albine şi conţine miere.



Oricare ar fi metoda de populare, stupul de observație trebuie să aibă cei doi faguri bine acoperiți cu albine, cel de sus să conțină miere iar cel de jos să conțină toate categoriile de puiet, să aibă o matcă, sau dacă nu, cel puțin la început să aibă o botcă matură, gata de ieșirea matcii, astfel în stup se va găsi o familie care se manifestă normal din punct de vedere biologic, nestresată, și care poate constitui obiectul observației unor stări normale.

În cazul în care stupul de observație se lasă în stupină după popularea lui, pentru a nu se depopula (albinele culegătoare se întorc la stupul din care au fost luate) el trebuie închis câteva zile (culegătoarele vor „uita“ locul vechi), asigurându-i-se aerisire interioară printr-o sită fixată la urdiniș, iar în fagurele de sus trebuie să se toarne puțină apă. Dacă stupul este transportat în altă parte, trebuie dus la o distanță de cel puțin 5—6 km pentru ca albinele să nu se întoarcă la locul vechi, înainte de popularea lui și în timpul transportului urdinișul se închide, iar capacul și podișorul se scot lăsându-se liberă sita superioară de aerisire, care în mod obișnuit, când urdinișul este deschis, este acoperită de podișorul-capac. Aerisirea este necesară în timpul transportului, când albinele se agită, respiră mai intens și în spațiul închis și neaerisit al stupului s-ar putea asfixia. Dacă stupul de observație populat se găsește în stupină și urmează să fie transportat în altă parte, se așteaptă seara ca toate albinele culegătoare să se retragă în stup și numai după aceasta este luat din stupină și transportat la o distanță suficientă peste 5—6 km, așa cum s-a arătat, pentru ca albinele lui culegătoare să nu se întoarcă la locul vechi a doua zi.

Stupul de observație odată așezat la locul său definitiv el nu se mai mută ulterior, deoarece albinele se întorc de la cules la locul vechi și se pierd (se admite ca să se deplaseze doar cel mult 20 de cm zilnic până se ajunge la locul dorit).

Utilizarea stupului de observație în scop didactic se poate efectua în cadrul activităților cerute de programă cu toată clasa, pe grupe, prin trecerea ordonată a elevilor prin fața peretelui de sticlă sau poate servi în activitatea cercului micilor apicultori folosindu-se ca metode observația, conversația, descoperirea și experimentul (reacția albinelor la o anumită intervenție, spre exemplu turnarea unor picături de sirop prin sita superioară în cuib).

În cazul în care în anumite condiții este necesară transportarea lui în clasă, atunci când timpul nefavorabil nu permite ieșirea în aer liber, se iau precauțiile arătate mai sus. De menționat că sînt preferate observațiile afară pentru a se studia albinele în stare normală, nestresate de închiderea urdinișului, de transport etc.; oferirea condițiilor cît mai apropiate de cele normale fiind și avantajul pe care-l prezintă utilizarea acestui stup comparativ cu alte tipuri de stupi de observație.

Stupul de observație trebuie așezat într-un loc sigur și în atenția generală, fixarea lui suplimentară în suport și asigurarea fiind necesare.



## IKEBANA — ARTA ARANJĂRII FLORILOR

Prof. TURCU LUCREȚIA  
Grădina botanică — Jibou

Pornind de la faptul că în orice ocazie Secretarul general al Partidului Comunist Român, tovarășul Nicolae Ceaușescu, cere cadrelor didactice, școlilor de toate gradele să acționeze în vederea formării cadrelor de nădejde, capabile să se integreze ușor și bine în orice domeniu de activitate, considerăm că activitățile în cercuri vin să completeze în mod fericit trăsăturile unei personalități integre și contribuie la formarea multilaterală a personalității.

Acestei cerințe ale epocii contemporane ne-au călăuzit în alegerea tematicii pentru activitățile din cadrul cercului de „Arta aranjării florilor”. Cunoștințele și deprinderile pe care elevii le dobândesc participând la acest cerc vin să completeze în mod fericit educația științifică și estetică, deziderate ale școlii moderne.

Răbdarea, voința, gustul, simțul măsurii și al proporționalității, aprecierea frumosului, a ordinii și disciplinei sînt trăsături ce și le îmbogățesc activînd în cerc și care le vor folosi în viitor indiferent de domeniul de activitate în care vor activa.

Floarea — simbol perfect al frumuseții — a fost de veacuri îndrăgita sufletului trist sau fericit. Desăvîrșitul ei colorit, miraculoasa ei alcătuire, împletită cu suavitatea parfumului iradiat a descrețit întotdeauna frunțile și a îndulcit sufletele. Buchetele de flori, proaspete, au înfrumusețat casele oamenilor, realizînd prin parfumul și coloritul lor o atmosferă interioară plăcută, reconfortantă. Aranjarea florilor este o delicioasă îndeletnicire, ale cărei începuturi se pierd în vreme, mereu perfecționată de-a lungul timpului ocupînd un loc tot mai mare în preocupările oamenilor.

Preluînd tradițiile acestei arte în zonă, am organizat un cerc care și-a propus următoarea tematică :

### CAP. I — Probleme de amenajare decorativă florală

1. Stilul în arta decorativă florală
2. Contrastele și armonia culorilor
3. Alegerea plantelor ornamentale după : destinație, înălțime, epoca înfloriturii.
4. Principiile de proiectare a parcurilor, scuarurilor și amenajărilor florale.



## CAP. II — Elemente decorative ale amenajărilor florale

1. Rondourile, rabatele, bordurile, arabescurile.
2. Plantațiile în grup și solitare, pete de culori, benzi și covoare.

## CAP. III — Decorarea clădirilor cu plante ornamentale

1. Decorarea interioară — alegerea plantelor, îngrijirea plantelor în localuri, modul de dispunere a plantelor în interiorul încăperii.
2. Particularitățile îngrijirii plantelor în perioada de primăvară și vară.
3. Ornarea exterioară — ornarea balcoanelor și a pervazelor, plante de balcon care înfloresc primăvara, care înfloresc vara, care înfloresc toamna, îngrijirea plantelor de pe balcon.
4. Ornarea fațadelor de la clădiri.

## CAP. IV — Lucrări de artă din flori naturale

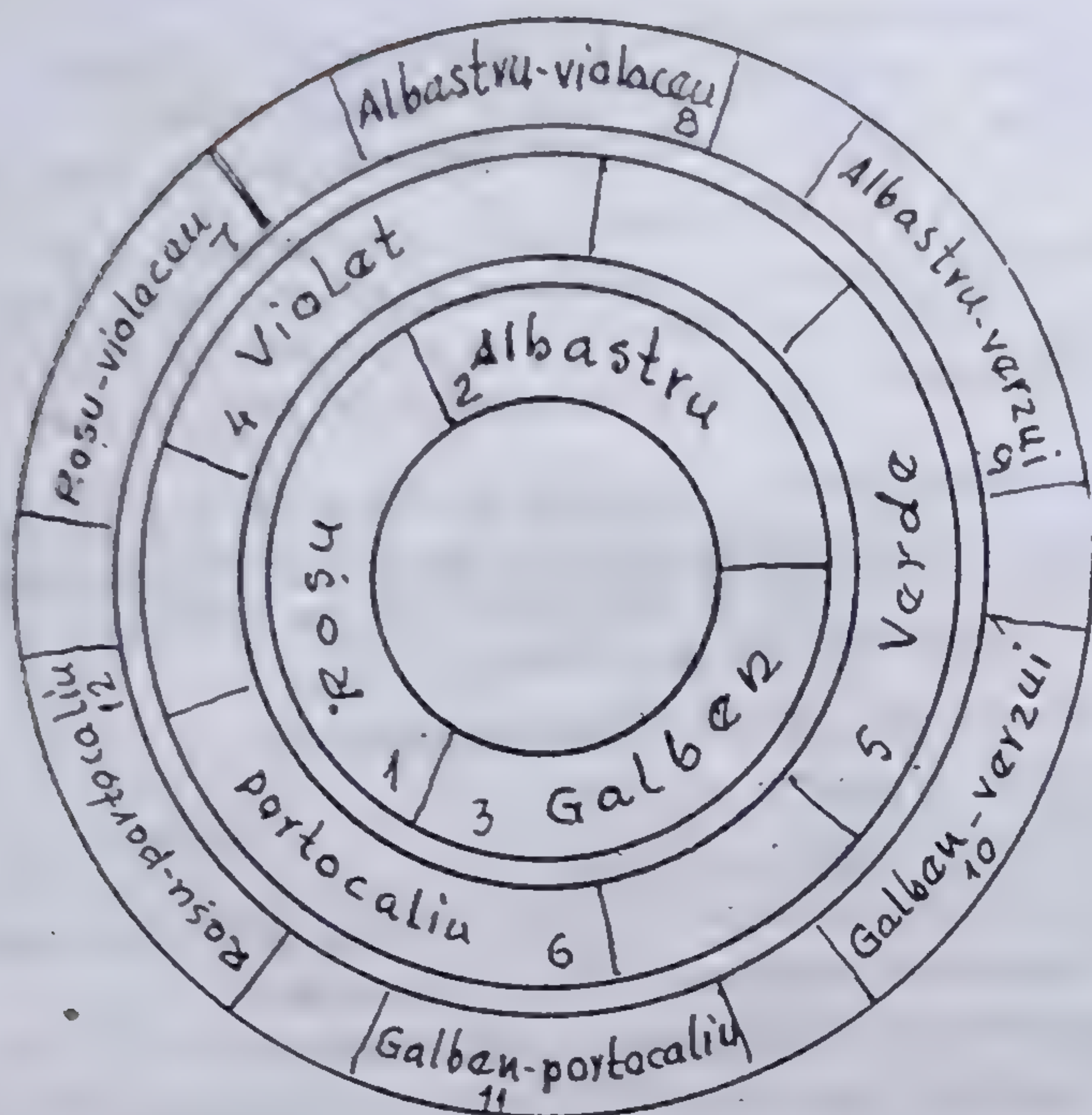
1. Amenajarea cōșurilor cu flori
2. Amenajarea vazelor cu flori
3. Întocmirea buchetelor de flori pentru diferite ocazii
4. Lucrări de artă din flori presate tip tablou
5. Amenajări florale permanente din imortele.

Educația estetică, care este vizată prin activitățile din cadrul acestui cerc, este o componentă indispensabilă a dezvoltării multilaterale a personalității prin intermediul căreia se urmărește dezvoltarea capacității de a recepta, interpreta și crea frumosul. Proces complex și de lungă durată, educația estetică îl familiarizează pe școlar cu lumea valorilor estetice, îi dezvoltă sensibilitatea și îl ajută să cunoască, să guste și să transforme bucuria estetică într-o componentă a modului său de viață.

Pe lângă aceste deziderate urmărite în activitățile din cadrul acestui cerc educăm spiritul de observație și imaginația copilului. De exemplu, la tema „Contrastele și armonia culorilor” elevul află că frumusețea rondourilor și a rabatelor este determinată nu numai de perfecțiunea formelor (lucruri descoperite la tema precedentă), dar și alegerea potrivită a plantelor după culoare. Culorile de bază sînt, cum se știe, roșu, galben și albastru. Din amestecul acestor culori se obțin culorile derivate: roșu cu galben — portocaliu, galben cu albastru — verde, roșu cu albastru — violet. Pentru înțelegerea modului de asociere a culorilor în rondouri și a aranjării florilor prezentăm schema de mai jos, în care se observă cum cele trei culori de bază și celelalte trei culori derivate împreună cu cele intermediare se succed într-o ordine naturală.

Apoi, grupînd culorile în: active, calde, reci, elevii învață modul de dispunere a lor. Astfel, culoarea portocalie alăturată culorii albastre pare mai vie, iar aceasta din urmă mai rece; culoarea roșie pare mai intensă cînd este alături de culoarea verde. Modul acesta de asociere a culorilor contrarii poartă numele de contraste armonioase. Aceasta se vede din figura anterioară în care culorile active (roșu, portocaliu și galben) sînt dispuse alături de culorile pasive (verde, violet, albastru). Reunind, însă, culorile vecine — roșu cu portocaliu, portocaliu cu gal-





SCHEMA CULORILOR

ben și roșu cu violet — rezultă o lipsă de armonie; această combinație nu impresionează plăcut ochii, plictisește și este lipsită de gust. Culorile alb și negru, precum și gri-argintiu, fiind culori neutre, se armonizează cu culorile roz, roșu aprins, purpuriu și carmin.

Plantele cu flori de culoare albă se dispun de obicei printre florile ale căror culori nu se armonizează, deoarece aceasta le „leagă“, în același timp nuanțându-le puternic. Culoarea albă face ca lucrurile să pară că se găsesc mai aproape, mai mari și pune în evidență culorile întunecate. În afara asocierii culorilor după metoda contrastelor armonioase, plantele se pot dispune și după legile armoniei culorilor, care constă în trecerea succesivă a culorilor din una în alta, ca de exemplu: culoarea purpurie în carmin, roșu în roz închis etc. Ambele moduri de asociere a florilor se pot aplica la aceleași rondouri. În mod obișnuit părțile principale ale rondourilor se ornează în culori calde, iar cele secundare în culori reci.

Bordurile, pentru a scoate în evidență rondourile, trebuie ornate în special în culori cu tonalitate caldă. Culoarea albă, armonizându-se cu verdele smarald al gazonului, se pretează convingător în aranjarea bordurilor. Este de dorit ca în amenajările florale culoarea albă să fie dominantă. Florile albe înviorează nu numai gazonul, ci și florile de altă culoare. Florile de culori închise — roșu, albastru, violet — se dispun pe planul întâi, deoarece de la distanță se disting mai greu.



Florile care se disting bine — albastru deschis, liliachiu, roz — se pot așeza într-un plan secundar, iar florile albe, galbene, portocalii, care se văd bine de la distanțe mari, se aranjează într-un plan îndepărtat.

Am prezentat, apoi, elevilor florile frecvent utilizate în amenajarea rondourilor și rabatelor cu caracteristicile biologice și fenologice odată cu prezentarea culorilor reprezentative fiecăreia.

După ce am dat aceste cunoștințe teoretice cu scop formativ și informativ, am trecut la desfășurarea activității practice. Aici am lăsat elevilor libertatea opțiunii, după cum urmează :

- Unii și-au ales modelarea unui rondou
- Alt grup, aranjarea unui coș cu flori
- Un al treilea grup a ales aranjarea unei vase cu flori
- Al patrulea grup — aranjarea unui buchet
- Al cincilea grup a efectuat aranjamente tip tablou din flori și frunze ierborizate (vezi anexele).

În oricare dintre activitățile desfășurate elevii au fost puși să aleagă și să combine florile după culoare, să le dispună după mărime, să dea o anumită formă aranjamentului, astfel ca el, în final, să aibă un nume, să reprezinte ceva. Cu puțină imaginație și autoputernica fantezie personală fiecare elev a reușit să obțină dintr-un material floral comun, uneori banal și aparent neinteresant, ansambluri ornamentale încântătoare.

Din materialele pe care le folosim cu mult succes în cadrul activităților din acest cerc amintesc : fructe, semințe de forme și culori diverse, frunze cu forme cât mai dantelate, flori simple, inflorescențe ierborizate sau vii, flori uscate (imortele), spiculețe fine de ierburi decorative, ramuri torsionate și altele.

Imortelele sînt supuse, în prealabil, unor lucrări de condiționare, ca : afumarea cu sulf și apoi sînt ținute într-o atmosferă cu vapori de acid clorhidric pentru a căpăta un luciu strălucitor. Spiculețele de graminee, ca *Brisa*, *Bromus*, *Lagurus*, se albesc prin cufundarea lor în apă clocotită, după care se usucă și se introduc în soluție preparată din un kilogram clorură de calciu, optzeci grame acid sulfuric și o sută șaiszeci litri apă. După ce sînt scoase din această soluție, se spală, se leagă în mănunchi și se suspendă pentru uscare.

Toamna recoltăm specii de *Dipsacus*, *Carlina*, *Carduus*, *Echinops*, care, apoi, sînt curățate, vopsite cu cerneală tipografică de culori diferite, lăcuite și utilizate în aranjamente florale de tip Ikebana.

Ramurile, colectate, condiționate și lăcuite, și-au găsit și ele locul în astfel de aranjamente.

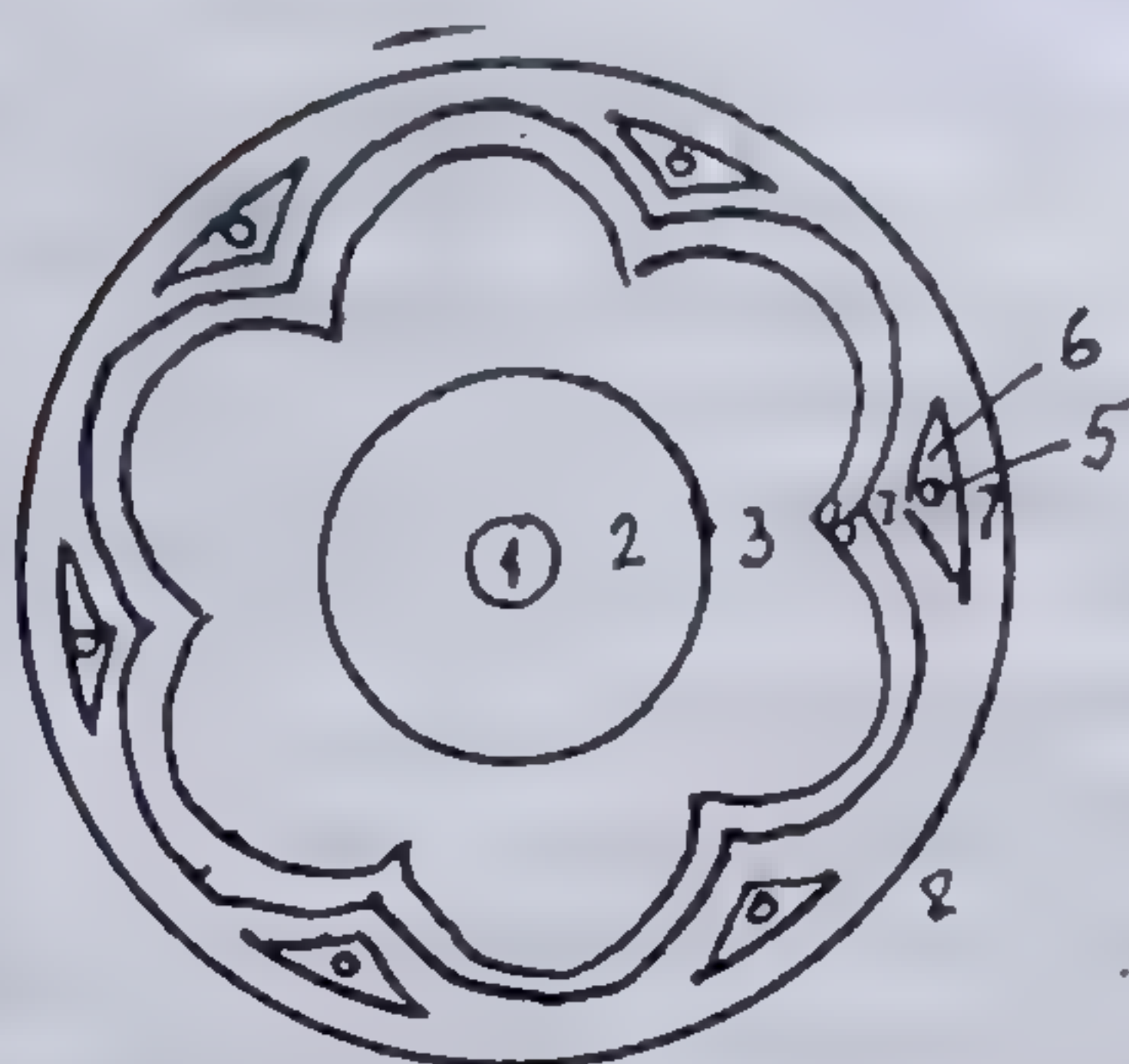
Elevii participanți la astfel de teme vor putea cu siguranță să amenajeze cu gust și frumos parcul școlii sau mica grădină de acasă. Totodată, aceste teme au constituit și vor constitui lucrări de diplomă pentru elevii absolvenți ai liceului agro-industrial din localitate.

Considerăm că aceste inițiativă, organizate în cadrul unor astfel de cercuri, contribuie în foarte mare măsură, la sensibilizarea copiilor și adolescenților, la educarea în spirit umanist, de ocrotire și creare a frumosului.

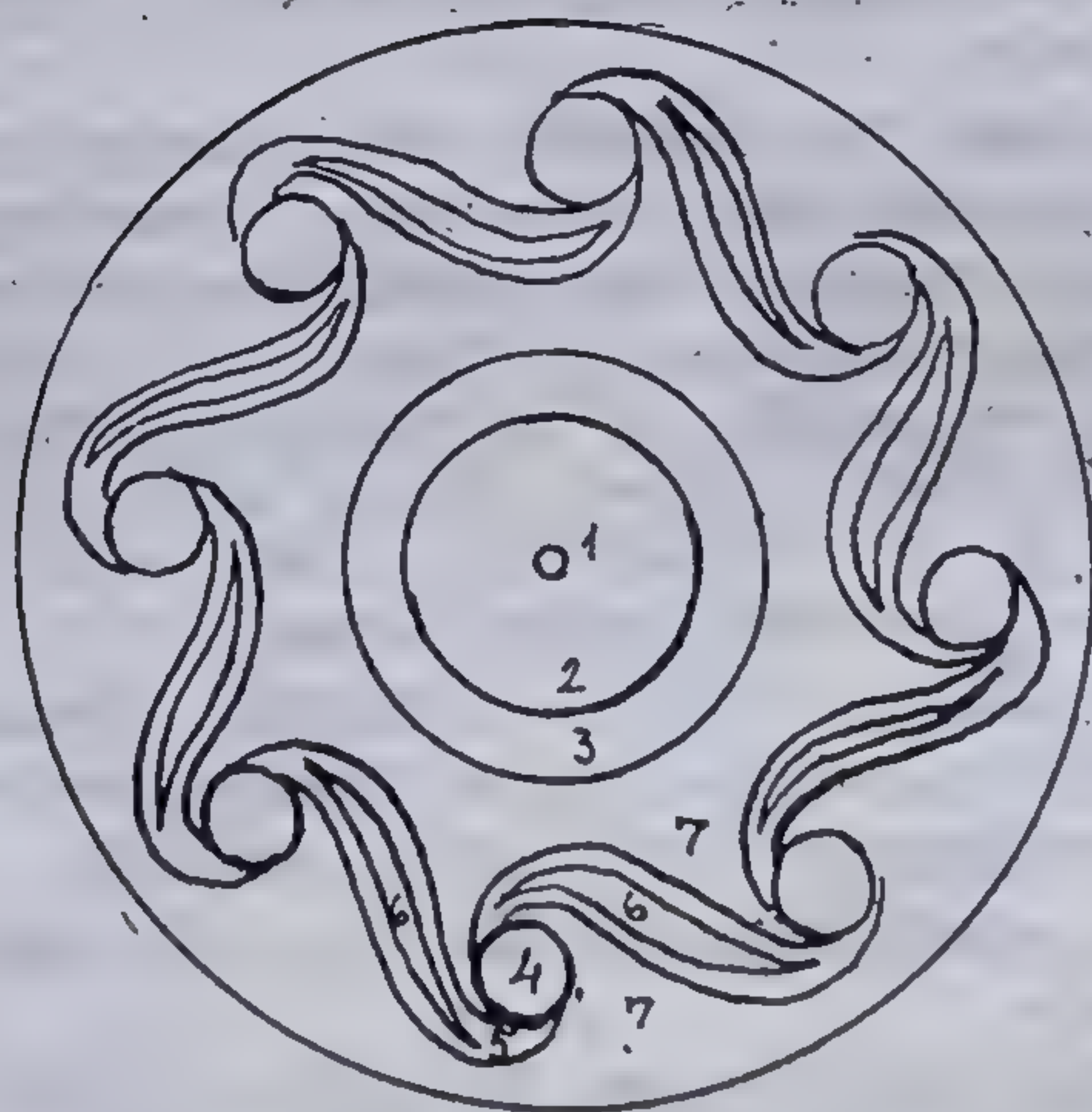


## MODELE DE RONDOURI

### ANEXA 1



UN ROND ROTUND:  
A. (pentru primăvară): 1 - micsunele albe; 2 - bordură din Nu-mă-uita alpină;  
3 - gazon; 4 - Viola tricolor maxima; 5 și 6 - Primula  
veris; 7 și 8 - gazon



UN ROND CONSTITUIT DIN:

1. - Chamaerops excelsa cu înălțime de 1,5m; 2 - Zinnia elegans  
cu flori asemănătoare daliilor; 3 - Coleus cu bordură de Achyranthus  
(3 vînduri); 4 - Dracaena indivisa, bandă din Pelargonium zonale  
"Victoria" și bordura din Labelia erinus; 5 - Alternanthera aurea;  
6 - Begonia semperflorens "Marea de foc"; 7 - gazon



IMAGINI CU LUCRARI REALIZATE IN CARDUL CIRCULUI  
ANEXA 2

Aranjament tablou

- sămânță de *Anethum graveolens*
- frunze de *Blechnum moorei*
- flori de *Pelargonium grandiflorum*



Aranjament tablou

- plante de *Viola tricolor*
- frunze de *Cineraria maritima*



ANEXA 2 (continuare),



Aranjament floral mural  
— spic de *Penisetum vilosum*  
— frunze de *Cineraria maritima*

Aranjament de masă „Pasărea paradisului”

- butuc de viță de vie
- flori de *Helichrysum*, spic de *Brisa media*, spic de *Penisetum vilosum*





## ANEXA 2 (continuare),

### Aranjament tablou

- semințe de *Anethum graveolens*,  
*Papaver* sp.
- *Viola tricolor*, hibrida
- frunze de *Pteris cretica*
- inflorescență de *Dracaena* sp.



### Aranjament de hol

- *Dipsacus* sp.
- *Alopecurus* sp.
- *Eryngium* sp.



**ANEXA 2 (continuare),**



**Aranjament de masă**

- Helychrysum
- Eryngium
- Melaleuca decussata



## DIN ACTIVITATEA PROFESORILOR ȘI ELEVILOR

### INTEGRAREA EXPERIMENTULUI ÎN LECȚIILE DE BIOLOGIE — CONDIȚIE DE BAZĂ A ÎNVĂȚĂMÎNTULUI MODERN

Prof. MURG RODICA  
Școala generală nr. 12 — Hunedoara

Astăzi, când preocuparea fundamentală a tuturor domeniilor de activitate este transformarea cantității într-o nouă calitate, școala este preocupată de perfecționarea procesului de învățămînt, de optimizarea metodelor folosite în vederea creșterii calității și eficienței procesului instructiv-educativ.

Urmărindu-se realizarea celor trei deziderate ale învățămîntului modern: caracterul formativ, aplicativ și educativ, orele de biologie trebuie să asigure integrarea într-o plăcută armonie a metodelor de muncă independentă cu activitatea frontală.

Pe lângă observație și exercițiu se folosește, ca metodă de muncă independentă, tot mai mult *experimentul de laborator*, prin care se provoacă un fenomen în scopul observării lui. Această metodă se poate folosi cu succes în studiul problemelor de fiziologie vegetală, animală și umană la toate clasele. Fenomenele biologice fiind foarte complexe, trebuie să ținem seama de interpretarea datelor experimentale.

Experiența, ca metodă independentă de muncă oferă avantajul de a interveni direct în procesul de cunoaștere, de explicare cauzală și logică a proceselor și fenomenelor.

Depășirea stadiului analitic de dezvoltare a științelor biologice de acumulare a datelor de observație, de inventariere și clarificare a speciilor de plante și animale s-a realizat prin trecerea la studiul experimental al mecanismelor fiziologice și mai apoi a celor ereditare. Explicarea acestor mecanisme înseamnă descoperirea cauzelor și a legilor care le guvernează. În toate cazurile, simpla observație nu este suficientă pentru sesizarea raporturilor cauzale. După cum se știe oricare organism (sistem) constituie unitatea indisolubilă a structurii și a funcției în sensul că funcția este activitatea structurii, iar structura vie este neapărat funcțională. Cunoașterea sistemelor biologice presupune abordarea lor în integritatea structural-funcțională, morfo- sau anatomo-fiziologică. Pentru aceasta fiecare disciplină biologică își are metodele sale specifice. Disciplinele care studiază structura, folosesc cu precădere metoda observației și a descrierii științifice, în timp ce disciplinele care



studiază funcțiile structurilor biologice, folosesc cu precădere experimentul, ce presupune observația ca o componentă indispensabilă.

În dorința de a veni în sprijinul învățămîntului *formativ*, am utilizat permanent experiențele frontale de biologie, efectuate de elevi în mod individual, sub îndrumarea profesorului, fie munca individuală în timpul desfășurării lecției, fie încadrate în lecțiile practice de laborator.

În continuare vom prezenta două lecții practice de laborator: „*Punerea în evidență a amidonului în tuberculul de cartof*” la clasa a V-a și „*Punerea în evidență a contracțiilor musculare*” la clasa a VIII-a.

### 1. Punerea în evidență a amidonului în tuberculul de cartof

Pentru această lucrare activitatea elevilor a fost organizată în felul următor :

*Fixarea scopului lucrării* : dobîndirea cunoștințelor corecte despre modul de formare și depozitare a amidonului ca substanță de rezervă, sub formă de grăuncioare, caracteristice fiecărei plante.

*Pregătirea lucrării anterior și explicațiile necesare* : se dă elevilor materialul distributiv necesar : microscop, lame, lamele, hîrtie de filtru, bisturiu, ac spatulat, iod în iodură de potasiu, tuberculi de cartofi și fișa de lucru care conține tehnologia de lucru sau a experimentului.

*Fișa de lucru* : cu ajutorul unui bisturiu sau ac spatulat se rade puțin din țesutul de depozitare a tuberculului de cartof. Masa obținută se pune pe lamă într-o picătură de apă. Recomandăm ca masa de amidon să nu fie prea densă pentru că granulele se suprapun și îngreuiază analiza.

La unul din capetele lamei punem o picătură de iod în iodură de potasiu, apoi cu ajutorul lamei sau al acului spatulat se aduce spre masa de amidon o șuviță de colorant. Se amestecă bine cu materialul pînă cînd se colorează omogen, după care se acoperă cu lamela. Excesul de colorant se îndepărtează cu o bucătică de hîrtie de filtru.

Colorarea nu trebuie să fie intensă, deoarece aceasta ar îngreui analiza granulelor de amidon.

Colorarea materialului se poate face și în alt mod : ținem o fișie de hîrtie de filtru pe una din laturile lamei, în timp ce pe latura opusă punem o picătură de colorant puternic diluat. Hîrtia de filtru absoarbe apa de sub lamă, care este înlocuită de soluția de iod în iodură de potasiu. Aceasta pătrunde sub lamă colorînd în albastru granulele de amidon.

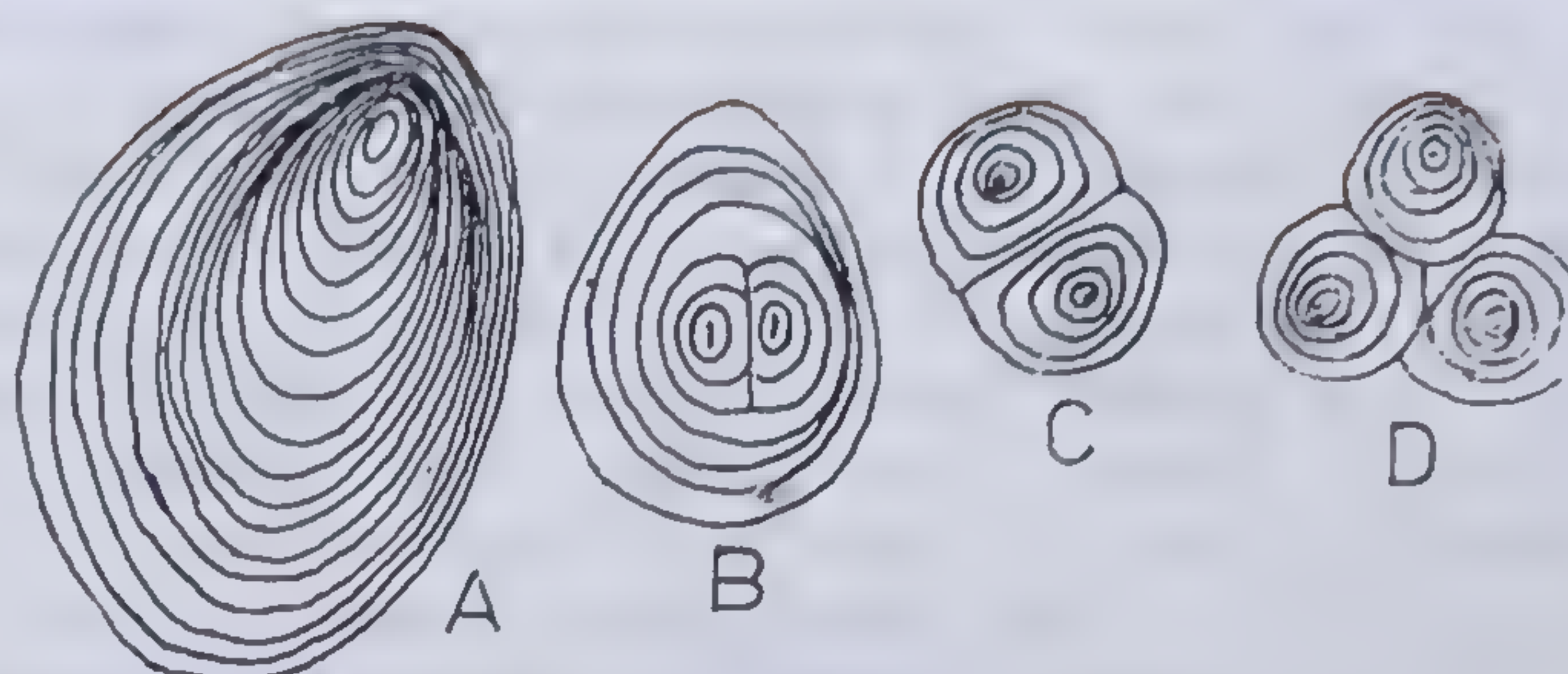
La cartof, granulele de amidon au formă variată (fig. 1), dar cele mai multe sînt ovale. Hilul este sferic, foarte mic și excentric. Straturile mai întunecate, care alternează cu cele mai deschise la culoare, conțin o cantitate mai mare de apă. Adesea, pe lângă granule simple, vom observa granule compuse și semicompuse (fig. 1, B, C).

În timpul efectuării lucrării profesorul îndrumă și controlează fiecare etapă la fiecare elev.

Imaginile observate la microscop privind structura granulelor de amidon sînt desenate pe caletele de biologie, cu legenda corespunzătoare.



Fig. 1 — Granule de amidon simple și semi-compuse la cartof (*Solanum tuberosum*).



După efectuarea lucrării se trag concluzii, se corectează eventualele greșeli și se arată elevilor rolul substanțelor de rezervă, în special al amidonului în viața plantei.

## 2. Punerea în evidență a contracțiilor musculare

Pentru această lucrare activitatea elevilor a fost organizată în felul următor :

*Fixarea scopului lucrării :* dobândirea cunoștințelor corecte despre *contractilitate* — proprietatea mușchilor de a se scurta sau de a dezvolta o tensiune la capetele lor, atunci când sînt excitați direct sau indirect. Contracțiile musculare se împart în două categorii : a. *contracții simple* (secuse) ; b. *contracții susținute* (tetanusuri și tonusuri).

În cele ce urmează, vom arăta cum am evidențiat experimental cu elevii secusa mușchiului striat.

*Pregătirea lucrării :* se dă elevilor instrumente de disecție, se pregătește preparatul neuro-muscular sciatic-gastrocnemian de broască (fig. 2) și un dispozitiv de excitare prezentat în fig. 3.

Nervul sciatic

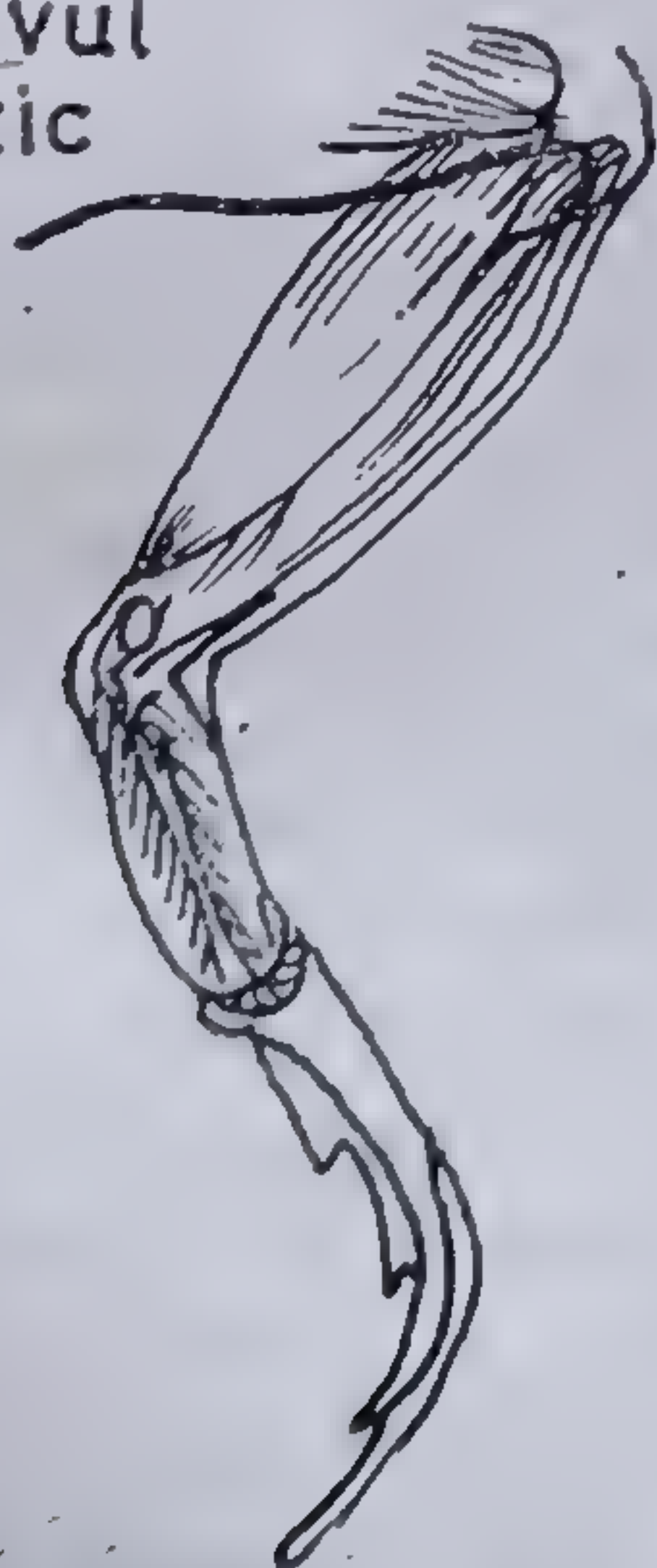


Fig. 2. Preparatul sciatic-gastrocnemian de broască (izolat).

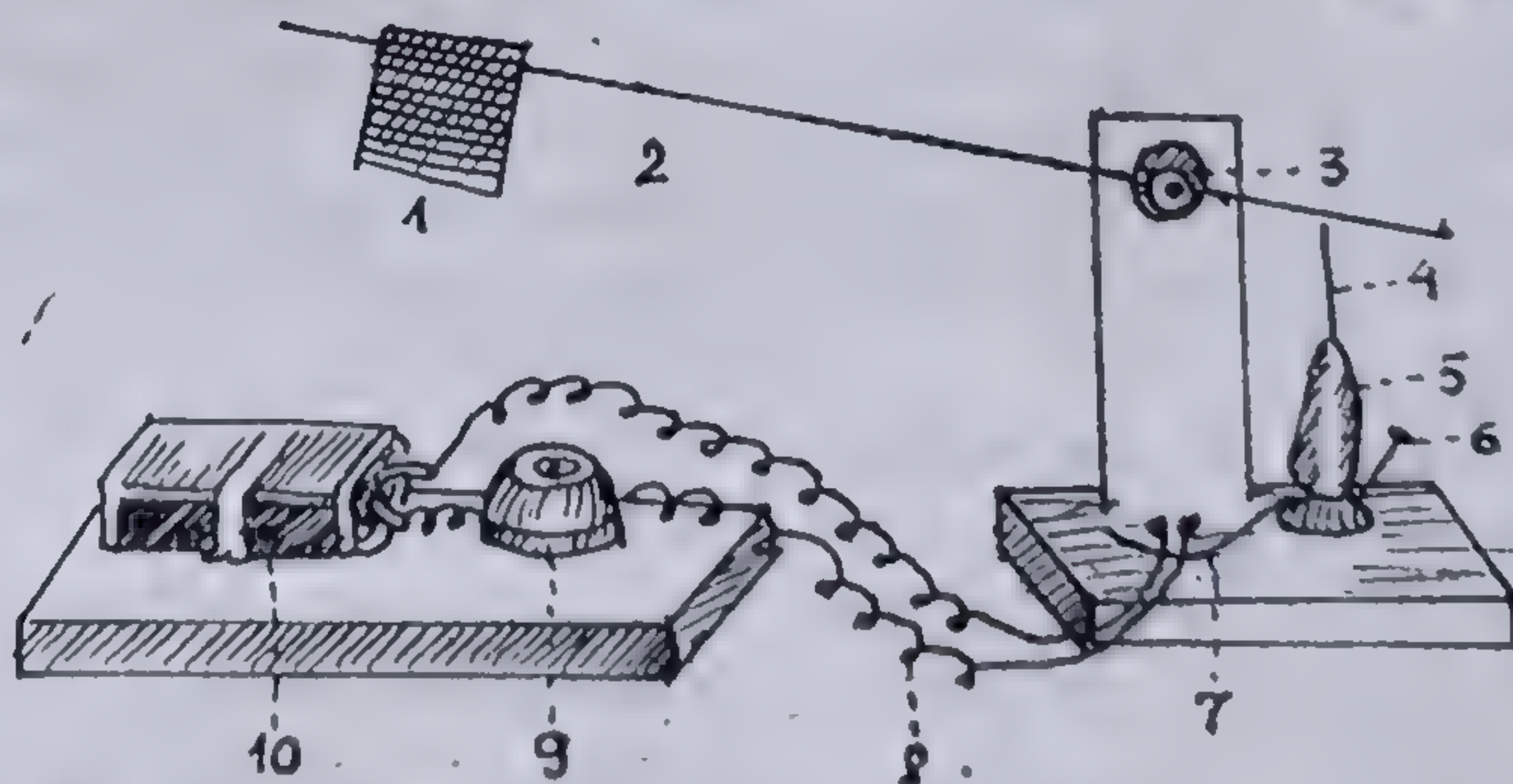


Fig. 3. Instalație pentru înregistrarea contracțiilor musculare : 1. steag ; 2. pal de grîu ; 3. rolă de lemn ; 4. fir de ață ; 5. mușchi gastrocnemian ; 6. ac cu gămălie ; 7. nerv sciatic ; 9. buton de sonerie ; 10. bateri de lanternă.



*Fișa de lucru :* capătul mușchiului gastrocnemian de broască detașat, situat în vecinătatea articulației genunchiului, se fixează la suportul de lemn al instalației, cu ajutorul unui ac de gămălie. Prin intermediul firului de ață punem tendonul lui Ahile în legătură cu brațul scurt al pîrghiei înscritoare. La capătul brațului lung al acesteia, fixăm un steguleț. Apoi așezăm nervul sciatic peste capetele nude (lipsite de înveliș izolant) ale firelor conducătoare, incluse în dispozitivul de excitare, și acoperim cu un mic tampon de vată, îmbibat cu ser fiziologic (fig. 3). Este necesar ca, după montarea preparatului, pîrghia înscritoare să aibă o poziție orizontală. Procedăm apoi la excitarea unică a preparatului, prin apăsarea pe întrerupătorul de sonerie. Se va observa o mișcare rapidă, pe verticală, a pîrghiei cu stegulețul colorat, fapt ce demonstrează contracția izolată (secusa musculară) a mușchiului gastrocnemian, consecutivă excitării indirecte a acestuia.

În timpul efectuării experimentului, profesorul explică principalele etape ale desfășurării lui.

Astfel elevii vor înțelege procesul fiziologic al contracției musculare simple și relația dintre mușchi și nerv.

În concluzie : Lecțiile de laborator de acest tip efectuate cu elevii asigură o intensificare a activității de învățare marcată în experimentul de față prin : precizia, corectitudinea și ușurința cu care elevii operează cu noțiunile însușite. Am constatat o omogenizare a însușirii cunoștințelor la un nivel net superior de către un foarte mare număr de elevi, în așa fel încît să depășească pragul de eficiență (75%), deci predarea-învățarea este eficientă. Folosirea formelor de muncă independentă și a lecțiilor de laborator, integrînd experimentul, în care tehnologia didactică este axată pe activitatea elevului, se tinde să se deplaseze accentul pe o cunoaștere cucerită prin efort propriu atîngîndu-se astfel latura formativ-educativă și practic-aplicativă.



## MANIFESTĂRI DE SENSIBILITATE ȘI REZISTENȚĂ LA POLUARE

Prof. gr. I PAROȘANU ION  
Pitești

Natura se găsește în prezent în fața unei diverse game de poluanți care tind să o afecteze în întregime. Poluanții atacă organismul plantelor și animalelor provocând acestora pagube aproape ireparabile.

Ca urmare a unor observații îndelungate asupra vegetației din zonele poluate (Barkmann, 1919) se apreciază că briofitele și mai ales lichenii de pe arbori sînt mult mai sensibili la noxe decît algele, ciupercile și plantele superioare. Multe specii de licheni au devenit foarte rare în zonele industriale și urbane, iar altele au devenit sterile. Specia *Parmelia furfuracea* este distrusă de dozele care depășesc 0,018 ppm. dioxid de sulf. Flora epifitică este considerată drept un indicator fidel al zonelor poluate. Pentru a delimita cu precizie terenurile impurificate este necesară cartografierea mușchiului *Grimmia pulvinata* și a lichenului *Parmelia saxatilis*. Prin modificări ale dimensiunii, analiza taluului la *Evernia prunastri* ne poate indica gradul de concentrare a noxelor.

Analiza și procesul de diferențiere a gametangilor la specia *Marchantia polymorpha*, specia cea mai sensibilă la poluarea atmosferică, evidențiază că anteridioforii care poartă anteridiile și arhegonioforii care poartă arhegoanele nu se formează. Chiar dacă la această specie se diferențiază atît anteridioforii cu anteridiile și arhegonioforii cu arhegoanele nu se formează sporogoeane din cauza sterilității gametangilor. S-a constatat că procesul de sterilitate a gametangilor se datorește acțiunii nocive a unor gaze emenate în atmosferă, cum sînt : dioxidul de sulf, monoxidul de carbon și hidrogenul sulfurat, care inhibă procesul de diferențiere a gameților.

La exemplarele de *Marchantia polymorpha*, unde nu se diferențiază gametangii în care să se formeze gameții participanți la procesul de reproducere a speciei, se observă o oarecare compensație prin diferențierea într-un număr mai mare a coșulețelor cu propagule care contribuie la înmulțirea pe cale vegetativă a speciei.

Modificarea proceselor fiziologice ale plantelor poate constitui un indice important asupra creșterii, dezvoltării și rezistenței vegetației din regiunile cu atmosfera impurificată. La plantele din regiunile cu atmo-



Fig. 1 — Poluarea cu  
flor-defolierea la *Rosa*  
*centifolia*.



sfera impurificată cu dioxid de sulf se constată o cantitate totală de apă mai mică decât la plantele din zonele nepoulate, valorile fiind cu pînă la 25% mai mici.

Necrozarea foliară scoate în zonele poluate, din activitatea vitală, un număr important de stomate, ceea ce antrenează, o scădere generală a proceselor metabolice ale plantelor.

Ionescu Al. și colaboratorii (1971) studiind in situ valoarea transpirației unor plante situate în zone poluate cu dioxid de sulf au constatat acestea o reducere a emisiei de apă cu 20—40%, comparativ cu datele obținute la aceleași specii din zona martor. Procente asemănătoare au fost obținute și în zonele unde poluantul principal era fluorul.

Cloroza este unul din simptomele cele mai frecvente pe care poluarea atmosferică le produce la plantele verzi. Dioxidul de sulf distruge total clorofila la unele plante din zonele poluate, cum ar fi mușchii și lichenii. Se constată că protoclorofila dispare aproape cu totul după 72 de ore de expunere la fluor. Cloroplastele sînt cele atacate în mod direct atît în cazul poluării cu dioxid de sulf, cît și în al celei cu fluor, iar simultaneitatea acestui atac duce la dezintegrarea cloroplastelor și a clorofilei, afectînd în totalitate fotosinteza.

La plantele supuse fumigării cu dioxid de sulf se mărește cantitatea de sulfat, acestea fiind capabile să transforme în sulfat pînă la 92% din dioxidului de sulf. Așa plantele anihilează o parte din acțiunea nocivă a dioxidului de sulf. S-a constatat (Lihnell, 1969) că ionul sulfat este de 30 ori mai puțin toxic decât ionul sulfit, considerîndu-se că după cantitatea de sulfati acumulată în frunzele arborilor se poate determina gradul de poluare atmosferică cu dioxid de sulf.

Modificările biochimice la plantele contaminate cu plumb, din zonele limitrofe căilor de circulație intensă, nu sînt semnificative, comparativ cu plantele de control. Lipsa de acțiune a plumbului poate să fie o consecință a faptului că, în general, depozitele formate la suprafața frunzelor sînt spălate ușor de apa de ploaie, iar acumularea lui în sol are



acțiunea lor asupra enzimelor. DDT-ul sau lindanul modifică activitatea unor enzime glicolitice din diferitele organe ale lamelibranhiatelor. Aceste modificări produc comportamente anormale la aceste animale, ele nu își mai deschid cochilia, stau ascunse în mfl.

Activitatea musculară a unor pești (Salmonide) depinde foarte mult de cantitatea de oxigen din mediu, iar aceasta de gradul poluării apei. Capacitatea de mișcare scade la peștii care trec un timp printr-un mediu poluant, sărăcit în oxigen. Ca urmare a acestui fapt se instalează la acești pești un fenomen de oboseală, însoțit de o eliminare crescută de amoniu prin branhii, ceea ce indică că în lipsa oxigenului se produce o intensificare a dezasimilațiilor proteice.

Unele pesticide organofosforate au efecte teratogene foarte evidente, manifestate mai ales la nivelul sistemului osos. Și mercurul care intră în corpul matern poate trece prin placentă la fetus și produce la acesta malformații în măduvă, micșorarea femurului, sindactilii, întârzieri ale creșterii și alte tulburări.

Din ansamblul acestor date se poate trage concluzia că poluanții ridică o serie de probleme acute pentru viața tuturor organismelor, pentru menținerea echilibrelor biologice în natură.

Aceste câteva exemple de sensibilitate, care se manifestă prin efecte biologice negative la organisme vegetale și animale, generate de poluarea mediului, explică atenția ce trebuie să se acorde acțiunilor de reducere a elementelor poluante pînă, cel puțin, la limita tolerabilă care permite o eventuală adaptare.



Oricare ar fi poluantul, el trebuie să treacă prin anumite bariere ale corpului animalului pentru a ajunge la organul receptor. La păsări detergenții îndepărtează stratul de aer protector din pene și favorizează astfel pătrunderea apei la pielea corpului, ceea ce provoacă moartea prin hipotermia acestora.

Acumularea poluanților în corpul animalelor este proporțională cu concentrația lor în mediu. La polichetul *Lanice conchilega* se constată (Ernst, 1970) că această dependență este foarte strictă. Dar concentrația este în funcție și de timp. Dintre animalele care acumulează foarte repede și masiv un poluant sînt moluștele filtratoare.

Absorbția poluantului se face variat în diferitele organe. S-a observat că poluanții organici (îngrășăminte, pesticide, DDT) se acumulează puternic în grăsimile corpului animalelor. Femelele de șoareci depozitează mai mulți poluanți decît masculii, deoarece au mai multă grăsime. Acest fenomen de depozitare în grăsimi scoate din circuitul activ al organismului o anumită cantitate de poluant și prin aceasta îi îndepărtează acțiunea.

Față de același poluant speciile au rezistențe diferite. Datorită acestui fapt, unele specii din mediul marin pot fi socotite ca indicatori ai poluării. Polichetul *Capitella capitata*, trăiește și se reproduce chiar la o concentrație de 3,5 ppm oxigen, deci într-o apă cu un grad accentuat de poluare. În apele poluate *Capitella* se dezvoltă în masă, fiind pentru apele marine ceea ce *Tubifex* este pentru apele dulci. În cele normale el este un reprezentant puțin numeros al unei biocenozе bentice, care prin poluare se înmulțește foarte mult. Acest fapt determină grave perturbări ale echilibrului biologic în cadrul ecosistemelor marine.

În apele poluate termic, s-a constatat că atunci cînd apele ajung la  $+33^{\circ}\text{C}$  aproape toate macrofitele mor. Prin descompunerea acestora sub acțiunea bacteriilor se produce o autopoluare, care face să dispară oxigenul și odată cu el o mulțime de animale.

O acțiune puternică au poluanții asupra metabolismului general și energetic al organismelor animale, care se exercită în special prin

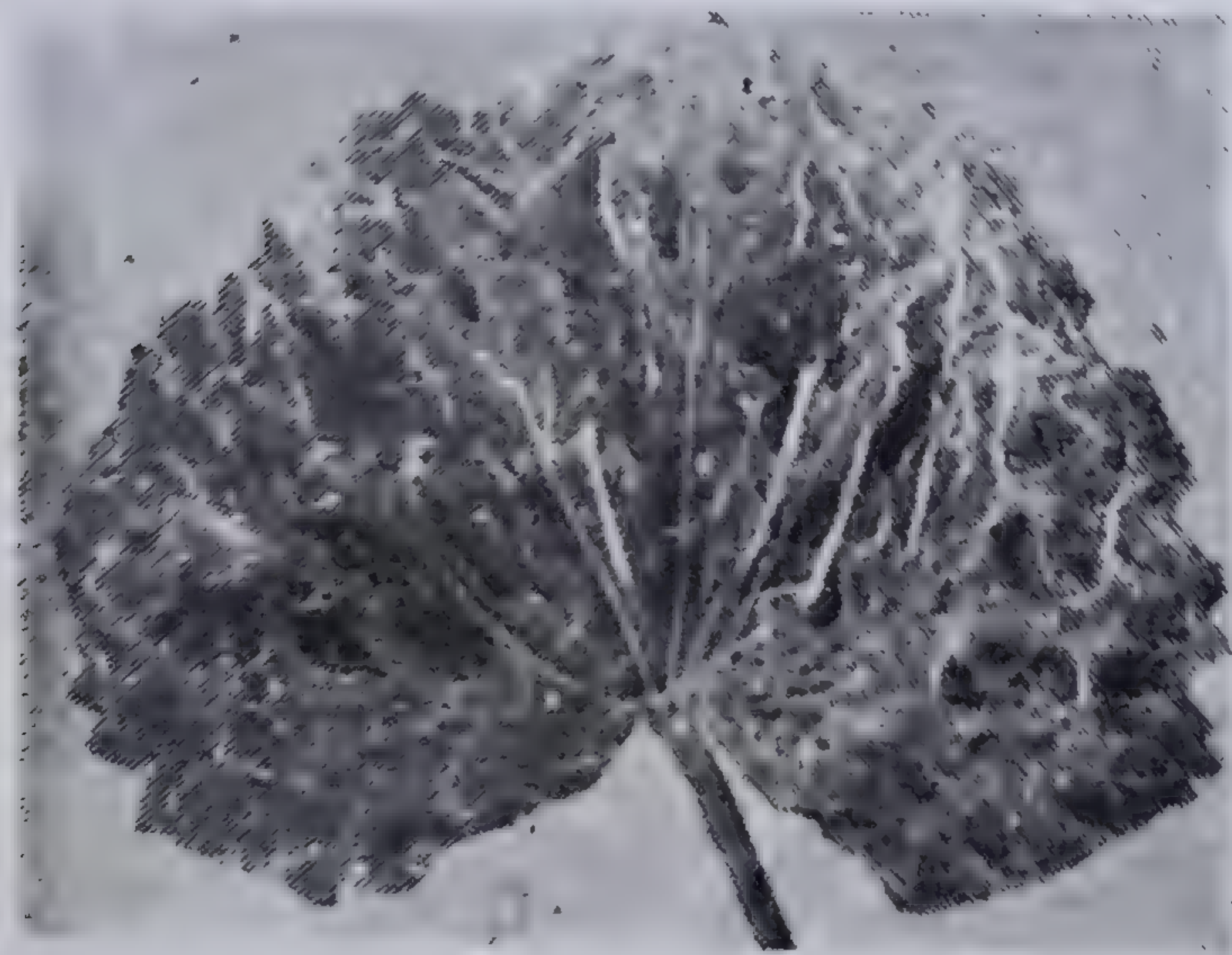


Fig. 3 — Arsuri obținute experimental cu  $\text{SO}_2$  la *Pelargonium zonale*



Oricare ar fi poluantul, el trebuie să treacă prin anumite bariere ale corpului animalului pentru a ajunge la organul receptor. La păsări detergenții îndepărtează stratul de aer protector din pene și favorizează astfel pătrunderea apei la pielea corpului, ceea ce provoacă moartea prin hipotermia acestora.

Acumularea poluanților în corpul animalelor este proporțională cu concentrația lor în mediu. La polichetul *Lanice conchilega* se constată (Ernst, 1970) că această dependență este foarte strictă. Dar concentrația este în funcție și de timp. Dintre animalele care acumulează foarte repede și masiv un poluant sînt moluștele filtratoare.

Absorbția poluantului se face variat în diferitele organe. S-a observat că poluanții organici (îngrășăminte, pesticide, DDT) se acumulează puternic în grăsimile corpului animalelor. Femelele de șoareci depozitează mai mulți poluanți decît masculii, deoarece au mai multă grăsime. Acest fenomen de depozitare în grăsimi scoate din circuitul activ al organismului o anumită cantitate de poluant și prin aceasta îi îndepărtează acțiunea.

Față de același poluant speciile au rezistențe diferite. Datorită acestui fapt, unele specii din mediul marin pot fi socotite ca indicatori ai poluării. Polichetul *Capitella capitata*, trăiește și se reproduce chiar la o concentrație de 3,5 ppm oxigen, deci într-o apă cu un grad accentuat de poluare. În apele poluate *Capitella* se dezvoltă în masă, fiind pentru apele marine ceea ce *Tubifex* este pentru apele dulci. În cele normale el este un reprezentant puțin numeros al unei biocenozе bentice, care prin poluare se înmulțește foarte mult. Acest fapt determină grave perturbări ale echilibrului biologic în cadrul ecosistemelor marine.

În apele poluate termic, s-a constatat că atunci cînd apele ajung la  $+33^{\circ}\text{C}$  aproape toate macrofitele mor. Prin descompunerea acestora sub acțiunea bacteriilor se produce o autopoluare, care face să dispară oxigenul și odată cu el o mulțime de animale.

O acțiune puternică au poluanții asupra metabolismului general și energetic al organismelor animale, care se exercită în special prin



Fig. 3 — Arsuri obținute experimental cu  $\text{SO}_2$  la *Pelargonium zonale*



loc mai ales sub formă de compuși greu solubili (oxizi, carbonați).

Plantele indicatoare au un mare rol în evaluarea pagubelor provocate de poluarea atmosferică. Pentru a fi indicatoare, o plantă trebuie să posede o sensibilitate deosebită la concentrații foarte mici și o manifestare specifică în funcție de natura poluantului. Pentru filtrarea particulelor solide se recomandă plantarea unei păduri deschise de arbori sau de tufe, care diminuează viteza vântului, ajutând la fixarea particulelor. De asemenea, pentru a reține gazele, trebuie înființată o pădure strânsă, pe direcția vântului.

Noxele prezente în atmosfera centrelor industriale, provoacă și organismelor animale din zonele respective modificări morfo-histologice și funcționale mai mari decât cele produse de acțiunea factorilor climatici sau de cea a agenților patogeni.

Modificările morfo-anatomice la animale datorită poluării aerului sînt mai greu de sesizat decât cele fiziologice ce apar mai evident. Fluorul produce asupra animalelor o serie de efecte negative caracteristice, cunoscute sub denumirea de fluoroză. Fluoroza apare ca urmare a calcificării și osificării anormale, fiind determinată de un dezechilibru al raportului calciu/fosfor. Fluoroza supraacută care se manifestă doar la albine produce moartea acestora prin paralizie neuro-musculară.

Impurificarea atmosferei poate fi testată prin procedee chimice, dar și după efectele pe care le produce asupra comunității biotice. În cazul insectelor, datorită strînsei lor dependențe de plante, reacția față de calitatea și cantitatea hranei este foarte promptă. În studiul abundenței populațiilor de insecte se utilizează metoda capcanelor pentru colectări la nivelul solului, și metoda cosirilor cu fileul, pentru recoltări din stratul ierbos. Prin modificările profunde pe care le produce poluarea atmosferei în asociațiile vegetale se reduc sau chiar dispar populațiile de insecte și odată cu ele păsările insectivore. În regiunile poluate cu negru de fum, se constată diminuarea faunei entomologice de sub scoarța arborilor, din cauza depunerilor masive de poluanți pe trunchiul acestora.



Fig. 2 — Radiografia unui pui de o zi care s-a dezvoltat dintr-un ou injectat cu acid ftalic.



## UNITATEA LUMII VII

Prof. OPREA EMIL

Școala gen. nr. 53 — București

Prof. OPREA STELA

Școala gen. nr. 4 — București

Evoluționismul este nu numai o teorie a dezvoltării ci și o teorie generală și totodată unitară despre infinita diversitate a lumii vii.

Nevoia de imagine unitară, totalizatoare asupra vieții a fost resimțită în biologie într-un moment de „criză”, de impas, când științele biologice descopereau fapte care puneau în evidență ideea unității și devenirii lumii vii, iar pe de altă parte puneau în discuție concepțiile fixiste, bazate pe forța tradiției și care în momentul apariției Originii speciilor a lui Ch. Darwin erau considerate încă, punctul de vedere obișnuit în biologie.

Cea mai importantă realizare a științelor naturii în perioada premergătoare elaborării gândirii evoluționiste a fost ideea unității, a legăturilor directe dintre diferitele domenii ale realității. Această idee a fost rezultatul teoretic al unor descoperiri în domeniul biologiei, chimiei și fizicii.

Sinteza primei substanțe organice (a ureei) în anul 1928 ca fapt științific a sugerat ideea legăturii naturale dintre două mari domenii ale naturii: lumea anorganică și lumea organică. Această idee a constituit o punte de legătură între cele două domenii socotite pînă atunci deosebite prin natura și esența lor. Se considera că trecerea de la anorganic la organic nu se poate face în mod natural, pe calea transformărilor chimice, ci prin mijlocirea unor forțe extramateriale, supranaturale cum ar fi forța vitală, entelechia etc. Sinteza substanțelor organice, de către chimiști, fără amestecul forței vitale, demonstrează că atît natura anorganică cît și cea organică constituie un domeniu unitar guvernat de legi și cauze naturale, că de la neviu la viu nu este o deosebire de natură ci de complexitate.

Elaborarea teoriei celulare a fost considerată una dintre cele mai mari creații ale spiritului omenesc. Ea a demonstrat că știința nu este alcătuită dintr-o colecție de date ci din idei exprimate prin fapte (Cl. Bernard). Descoperirea celulei a precedat cu mult timp teoria celulară. Produs al activității teoretice de prelucrare a faptelor, teoria celulară a constituit una dintre marile teorii unificatoare din biologie. Dacă



celula a fost descoperită în secolul al XVII-lea abia secolul al XIX-lea a pus problema unității în diversitate și a descoperit în celulă *unitatea structurală și fiziologică* a organismelor animale și vegetale.

Organizarea celulară este generală în lumina vie, cu excepția virușilor care au o organizare mai simplă, precelulară. Prin urmare, plantele și animalele se înrudesesc, au un strămoș comun, iar marea diversitate a acestora se explică prin evoluție.

Teoria celulară, ca teorie unificatoare și în același timp premiază teoretică, a pregătit și fundamentat teoria evoluționistă. Ea a scos în evidență înrudirea, filiația și descendența viețuitoarelor unele din altele ducând mai târziu la concluzia că legile evoluției guvernează nu numai dezvoltarea plantelor sau a animalelor ci dezvoltarea a tot ceea ce este viu. Dacă teoria evoluției ne apare la rîndul ei ca o teorie unificatoare asupra vieții, aceasta se datorește faptului că a fost elaborată de la început ca teorie a unui domeniu unificat, ca teorie a evoluției prin mecanisme comune speciilor de plante și animale.

Darwin a studiat formele de viață care încep cu structura celulară și a intuit ideea unui strămoș comun pentru toate formele de viață. Însemnătatea teoretico-metodologică a teoriei evoluției ca teorie unificatoare a sugerat existența unor forme de viață și mai simple precum și a unor structuri nevii din care prin evoluție să fi luat naștere organismele vii.

Teoria celulară a pus în atenția biologilor un principiu unitar de alcătuire a sistemelor vii și totodată a semnalat o unitate analoagă atomului chimistilor care constituie la rîndul lui principiul unitar de alcătuire a substanței.

Cercetările asupra celulei, a acestei unități fundamentale a organismelor vii, a celui mai mic sistem anatomic care manifestă însușiri vitale au dezvăluit un adevărat univers microscopic de o complexitate deosebită, unde se desfășoară cele mai importante procese vitale. În principiu, structura celulei este aceeași la toate ființele vii. Oricît de diferite ar fi celulele ele prezintă o unitate de structură. Indiferent de natura și originea ei, o celulă este formată din membrană, protoplasmă și nucleu.

Substratul proceselor vitale este protoplasma alcătuită din protide, lipide, glucide, apă, săruri minerale, acizi nucleici (concentrați mai ales în nucleu) și structurată în organite celulare, citoplasmă coloidală cu un citoschelet. Protoplasma este înconjurată de o membrană semipermeabilă, iar în centru se află nucleul (sau echivalentul său la procariote) alcătuit în cea mai mare parte din ADN.

Biologia interpretează organismele ca totalități de celule organizate în țesuturi, sisteme etc., iar citologia studiază celula ca sediu al reacțiilor chimice, al funcțiilor celulare, al reglării reacțiilor. Interesul pentru acest microcosmos al materiei vii a determinat pătrunderea în interiorul celulei a unor științe care prin tehnicile și limbajul lor specific contribuie la cunoașterea proceselor celulare.

Rezultatele cercetărilor au dus la înțelegerea celulei ca unitate elementară a viului, care deține proprietățile vieții, care asimilează, crește și se reproduce.



Structura sistemelor vii are la bază două entități în indisolubilă legătură una cu alta: Proteinele și acizii nucleici. Proteinele reprezintă substratul structural-funcțional, enzimatico-catalitic, iar gena, unitatea ereditară (formată din ADN) care dirijează procesele de biosinteză și reproducere. Împreună, într-o unitate complementară, asigură funcțiile esențiale ale vieții.

Fără existența unui aparat genetic care să poată perpetua structura sistemului, atât în diferite etape ale ontogenezei cât și la descendenți, nu poate fi vorba de materie vie, de viață. Existența vieții se bazează pe niște formațiuni capabile să transmită descendenților structura sistemului respectiv, care să asigure astfel autoconservarea și perpetuarea vieții.

Reproducerea în întreaga lume vie se bazează pe însușirile pe care le are ADN de a se replica după modelul semiconservator în care, după separarea catenelor complementare, fiecare din acestea are posibilitatea ca, funcționând ca matriță să permită sinteza unei catene noi complementare, rezultând copii perfect identice ale macromoleculei inițiale.

Posibilitatea pe care o are ADN de a se autoreplica nu se poate realiza decât pe fondul reacțiilor metabolice energetice și plastice asigurate de activitatea proteinelor. Caracterul indispensabil al substanțelor proteice rezultă din faptul că acizii nucleici lipsiți de aparat enzimatic nu pot suplini activitatea acestora. Proteinele și acizii nucleici se completează reciproc prin proprietățile lor: Acizii nucleici (aparatul genetic) conțin posibilitatea transmiterii structurilor sistemelor vii atât în diferitele etape ale ontogenezei cât și la descendenți, iar proteinele, prin funcțiile lor, în special prin metabolism, realizează aceste posibilități.

Prezența nucleului și a cromozomilor, constanța numărului acestora la fiecare specie, precizia repartizării lor în timpul diviziunii celulare, capacitatea lor de replicare constituie mecanisme universale în lumea vie.

Cromozomii prezenți în nucleul tuturor ființelor sînt dispuși în perechi de câte doi, cu excepția celulelor sexuale (ovulul și spermatozoidul) la care cromozomii există într-un singur exemplar și din contopirea lor în procesul fecundației se reface garnitura completă a cromozomilor (proveniți de la mamă și de la tată), astfel încît copilul moștenește caracterul a două structuri ereditare deosebite, a două „experiențe” de viață deosebite, fapt care mărește capacitatea de adaptare și supraviețuire a descendenților.

Geneticienii au descoperit în gene — unitatea elementară de funcțiune a subunității de mutație și de recombinare — un fel de „atomi” ai eredității. Ei au descoperit în nucleul celulelor structuri identice, universale în lumea vie care determină reproducerea caracterelor identice precum și apariția noilor caractere. În întreaga lume vie aceste structuri cuprind programe de organizare și funcționare care autoreglează dezvoltarea embrionului, organizarea adultului, diviziunea celulară, biosinteza substanțelor organice etc.

Teoria evoluției a văzut în reproducere, mecanismul perpetuării structurilor de la o generație la alta, mecanism pe care genetica l-a plasat în interiorul celulei, în ou. În nucleul oului se găsește „înscris” programul genetic care ghidează desfășurarea proceselor, dirijează înmulțirea celulelor și diferențierea lor, ceea ce asigură re-producerea „identică” a structurilor.



Două descoperiri au permis fizicii și chimicii să pătrundă în biologie : Faptul că ființele vii sînt alcătuite din aceleași elemente chimice care există și în lumea nevie precum și ideea că principiile termodinamicii guvernează nu numai realitatea fizică ci și lumea nevie confirmînd ideea că lumea nevie și lumea vie sînt domenii diferite ale aceleiași realități.

Ființele vii se deosebesc de cele nevii prin particularități de structură, nu prin compoziție chimică. Calitatea viului rezultă nu atît din compoziția ci din structura sa, din biostructură. Proprietățile vitale nu sînt exterioare materiei ci reprezintă o potențialitate a acesteia care este realizată numai în cadrul unei structuri anumite. Proprietățile viului nu apar ca o sumă a proprietăților elementelor chimice care-l compun ci izvorăsc din structurile care se constituie și nu dintr-o presupusă forță vitală, invocată datorită necunoașterii faptului că proprietățile unui sistem în general precum și proprietățile sistemului viu, în special, derivă din interacțiunea părților componente din structura și organizarea acestora în cadrul sistemului respectiv.

Termodinamica a răsturnat concepția care separa radical ființele vii de lucruri. Unificînd diferitele „transformări” conceptul de energie și cel de echivalență se constată a fi propriu tuturor transformărilor metabolice, întregii chimii a organismelor. Toate formele de energie produse prin activitatea organismului rezultă din transformarea energiei chimice eliberate în procesul metabolic. Glucoza ca sursă de energie este prelucrată printr-o serie de transformări chimice, a unor lanțuri de reacții la care participă o serie de verigi intermediare în care fiecare reprezintă produsul unei reacții și substratul celei următoare. Celula devine o adevărată „uzină” chimică în care se produc reacții de descompunere. Degradarea glucozei în timpul fermentației provocate de levuri sau în contracția musculară (în absența oxigenului), se realizează prin aceleași reacții și aceleași verigi intermediare (procese universale în lumea vie care confirmă unitatea chimică a materiei vii). Aceeași substanță chimică constituie sursa de energie la toate organismele vii a cărei degradare care se produce prin aceleași reacții, în aceleași etape, constituie unitatea de funcționare a ființelor vii.

Principiul al doilea al termodinamicii impune un anumit sens transformărilor energetice — spre inerție totală ; spre starea cea mai probabilă spre echilibrul termodinamic. Un corp cald cedează căldură mediului pînă se stabilește echilibrul termodinamic cu acesta. Într-un sistem lăsat sub acțiunea factorilor spontani calitatea energiei tinde să se degradeze datorită sensului unic pe care principiul entropiei îl determină : mișcările se opresc, temperatura se uniformizează.

Aparent sistemele vii se opun principiului al doilea al termodinamicii. Prin însușirea lor de a se dezvolta, de a-și menține structurile nealterate din generație în generație, prin ereditate etc., organismele vii pot să-și mențină nivelul entropiei și chiar să realizeze entropie negativă prin capacitatea lor de autoreglare, autoorganizare și autoevoluție. Ființele vii se opun curentului general entropic, de nivelare, de dezorganizare prin aceea că prin mecanisme și reacții specifice opun energia pe care o ia din mediul înconjurător tendinței entropice generale.



Termodinamica nu poate opri anumitor sisteme capacitatea de a „urca“ contra curentului entropic, consumind energia mediului înconjurător.

Pînă la aplicarea termodinamicii la studiul proceselor vitale concepția vitalistă „explica“ specificul vieții de a se opune proceselor distructive, morții, dezorganizării, nu prin procese energetice în conformitate cu legile naturii ci prin consum de forță vitală, consum care stătea la baza proceselor de sinteză, de creștere, de dezvoltare, reproducere etc. În realitate s-a demonstrat faptul că organismele nu consumă forță vitală ci energie, iar mecanismele biologice se supun și ele, în ultimă instanță, principiilor termodinamicii.



## PROTECȚIA NATURII ÎN JUDEȚUL HUNEDOARA

Elevii : POP LAURA, TELEAGA GEANINA

Școala generală nr. 12, Hunedoara

Coordonator științific : Prof. MURG RODICA

Străvechile meleaguri hunedorene oferă la tot pasul bogate tradiții istorice și un vast patrimoniu floristic și faunistic, numeroase rezervații carstice, geologice, botanice și peisagistice, care-i conferă un loc primordial între județele țării.

Membrii cercului „Prietenii Naturii” din școala noastră, cunoscând problemele și directivele primului Congres al Științei și Învățămîntului, au dezbătut în cadrul ședințelor de cerc, măsurile de protecție și ocrotire a mediului înconjurător, prezentînd frumoase diapozitive și albume tematice cu principalele rezervații naturale din județul nostru.

Frumusețile județului Hunedoara au fost puse sub protecția legică, începînd din anul 1935 cînd s-a înființat în Munții Retezat cel mai mare Parc Național din țara noastră.

Înfățișarea geografică a acestui masiv, constituția sa geologică, neasemuitul pitoresc al văilor, culmilor și piscurilor, bogăția floristică și faunistică și mai ales întinsele mănturii ale glaciațiunii cuaternare (căldări, custuri, iezere, morene), fac din această parte a Carpaților un minunat colț al grandioasei naturi, neschimbate și păstrate de-a lungul secolelor (Fig. 1).

Flora este reprezentată de un număr de peste 900 de plante superioare, dintre care numeroase sînt specii endemice : bursuca (*Barbarea lepusnica*), flămînzica (*Draba dorneri*), daria (*Pedicularis baumgarteni*), firuța de munte (*Poa lepusnica* și *Poa custurnae*) ș.a. Endemismele cele mai valoroase sînt din genul *Hieracium* (vulturica), care formează aici un adevărat centru genetic, ce cuprinde 27 de specii și 51 varietăți endemice, răspîndite în partea inferioară a zonei alpine.

Fauna este tot atît de bogată ca și flora, cuprinzînd numeroase specii ocrotite : ursul (*Ursus arctos*), risul (*Lynx lynx*), capra neagră (*Rupicapra rupicapra*), cocoșul de munte (*Tetrao urogallus*), acvila de stîncă (*Aquila corysaetus*), vulturul brun (*Aegypius monachus*), vulturul sur (*Gyps fulvus*), iar în lacurile și rîurile alpine — păstrăvul (*Salmo trutta fario*) ș.a.

În partea NV a Parcului Național Retezat se află o rezervație științifică de 2000 ha, unde funcționează un laborator alpin, reprezentînd o stație pilot de cercetări alpine.





Fig. 1. — Parcul Național Retezat — Lacurile din Valea Rea.

Dealul Cetății-Deva cu 31 ha, conținând o bogată și variată floră, reprezentată prin circa 1300 de specii, dintre care numeroase endemisme ca: *Festuca valesiiana*, *Cleistogene serotina*, și numeroase specii lemnoase, arbori și arbuști xerotermi cu aspect mediteraneean. Aici trăiește vipera cu corn (*Vipera ammodytes*).

Pădurea Bejan-Deva — rezervație forestieră, unde pe o suprafață mică sînt adăpostite numeroase specii și varietăți de stejar, obținute prin hibridizare naturală (*Quercus dacica*, *Q. budensis*, *Q. tabajdiana*) ș.a.

Pădurea Slivut-Hațeg — reprezintă o interesantă rezervație faunistică pentru zimbrii și alte animale de pădure. (Fig. 2).

Pădurea Chizid-Hunedoara — rezervație forestieră de 50 ha cu rol de filtru natural, și de importanță fitogeografică privind etajarea vegetației.

Parcul dendrologic Simeria cu o suprafață de 66 ha, fiind cel mai mare arboret artificial, conceput pe fondul vegetației naturale din lunca Mureșului. Parcul cuprinde o colecție de arbori exotici de origine asiatică, nord-americană, euro-asiatică și europeană, precum și numeroase specii horticole și peisagistice.

Punctul fosilifer Lăpugiu de Sus — reprezintă o rezervație paleontologică din apropierea șoselei Ilia-Lugoj, unde în Miocenul mediu s-a dezvoltat o faună marină, reprezentată prin corali, briozoare, brahiopode, echinoderme, foraminifere și moluște.





Fig. 2 — Zimbrul din pădurea Slivut — Hațeg.

*Finetele cu narcise de la Nucșoara* — rezervație floristică care adăpostește numeroase exemplare de narcise (*Narcissus stellaris*), monument al naturii.

*Mlaștina de la Peșteana* — rezervație floristică în care trăiesc numeroase specii turficole, dominată de pernțele masive ale mușchiului de pământ (*Sphagnum magellanicum*).

*Rezervațiile carstice, speologice de la Cheile Crivădiei, Peștera Bolii* cu interesante specii floristice, endemice.

*Rezervațiile speologice cu importanță paleontologică și arheologică* sint și peșterile de la Ciclovina și Tecuri (cu vestigii paleolitice și neolitice).

*Peștera Zeicului și Peștera cu corali* din sectorul calcaros al Mășului Retezat, cu valoare peisagistică și importanță științifică.

*Podul natural de la Grohot* — reprezintă o interesantă rezervație floristică care adăpostește pe o suprafață de 5 ha o bogată floră termofilă.

*Făgetul secular* din apropierea cetății dacice de la Grădiștea Muncelului.

*Arboretul de pini și larice de la Măgureni* — o interesantă rezervație floristică de circa 10 ha. la altitudinea de 1200 m din Munții Șurianu, pe bazinul riului Sibișel.

Dintre arborii declarați monumente ale naturii din județul nostru amintim : *Gorunul lui Horea de la Tebea*, *Castanii comestibili de la Suseni*, *Arborii cu lalele de la Iscroni* și *Tisa de la Deva*.

Cunoscând aceste rezervații naturale ce includ sub protecția legii speciale de plante și animale rare, pe cale de dispariție, membrii cercurilor de biologie sint chemați sub semnul datoriei patriotice să colaboreze cât mai strâns cu Comisia județeană de ocrotirea mediului încon-



jurător și Ocoalele silvice, de a depista și proteja toate frumusețile naturii, care conferă județului nostru locul întâi în bogăția „aurului vechi”.

În cadrul expedițiilor pionierești, organizate în fiecare vacanță de vară, membrii cercurilor de biologie întrețin marcasele turistice, limitele rezervațiilor, adăposturile pentru animale, reușind în final să imortalizeze pe peliculă cele mai deosebite peisaje naturale, care prezintă natura în toată splendoarea ei.

Toate activitățile desfășurate în cadrul cercului „Prietenii Naturii” reliefează importanța ocrotirii mediului înconjurător și pentru toți cei care iubesc și îndrăgesc natura, de la elevi la profesori, de la tineri la vîrstnici, de la scriitori la naturaliști, demonstrează că această acțiune constituie o înaltă datorie patriotică. Tînara generație continuă opera marilor noștri înaintași, care au luptat pentru ocrotirea naturii în țara noastră.



## DATE ECOLOGICE ȘI BIOTEHNOLOGICE ASUPRA UNOR GRUPE DE ALGE

VLADIMIRESCU ALEXANDRU

Liceul de Științe ale naturii „C. A. Rosetti” — București

Coordonator științific Prof. gr. I CĂSĂNDROIU ELENA

I. În ultima jumătate de secol studiul intens al algelor — ALGOLOGIA — a cunoscut o deosebită dezvoltare dovedind că celula algală pe lângă calitățile gastronomice este un izvor nesecat de principii active necesare unor tratamente medicale sau este furnizor de materie primă pentru diferite procese tehnologice de obținere a unor substanțe (alcooli, fenoli, KCl, etc.). De când algele s-au remarcat a fi indicatori ecologici de o deosebită importanță putând stabili gradul de poluare al unei ape.

II. Lucrarea de față vrea să illustreze doar câteva aspecte din multitudinea utilizării algelor în Biotehnologie (1) și Ecologie (2 — respectiv saprobiologie) studiate și propuse de către autor.

### II.1. Aspecte biotehnologice

În cercetarea proprie m-am oprit doar la două tehnici bazate pe cultura algală necesară și încă în curs de cercetare în biotehnologia actuală.

a) Procedeu de extragere a  $O_2$  pur din emulsia algală vie pe bază de membrană siliconică.

b) Procedeu de spargere a membranei celulare — algale prin chimiocriogenie.

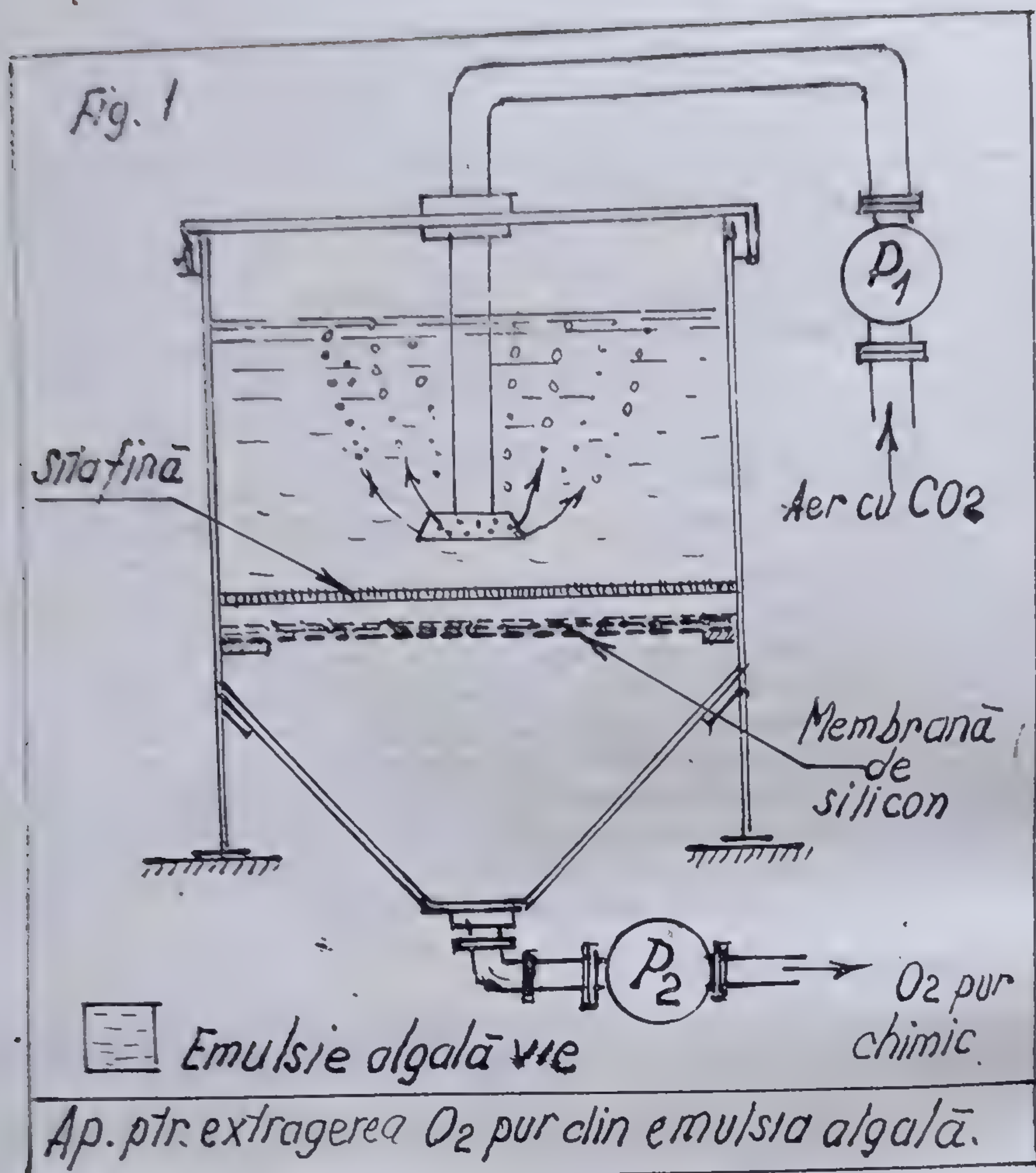
II.1.a Se cunoaște încă din anii 60 calitatea unor compuși macromoleculari ai siliconului de a fi strict selector a  $O_2$  în anumite grosimi (1 mm); pornind de la această premisă — am imaginat acest aparat care introdus într-un vas cu cultură algală (supusă unor condiții optime de fotosinteză)  $O_2$  produs prin acest proces trece din emulsie prin membrana de silicon cu rol selector sub influența unor pompe aspiratoare  $P_2$  (Fig. 1), iar  $CO_2$  necesar fotosintezei este injectat de o pompă  $P_1$ .

Utilizările unui asemenea procedeu sînt multiple:

— Întrebuințarea cantității de oxigen barbotată de un vibrator în acvariu pe seama atât a populațiilor algale cît și a acelor macroindivizi capabili de fotosinteză prezenți în natură. Acest surplus de  $O_2$  fiind necesar creșterii unor pești de tipul Salmo în captivitate.

— În industria chimică deseori este necesar  $O_2$  chimic pur care trebuie obținut uneori prin procedee scumpe din aerul atmosferic. Mă-





rindu-se dispozitivul la o dimensiune optimă se poate realiza o purificare și o separare a O<sub>2</sub> de 100% și considerabil mai ieftin.

— Folosit în circuit închis poate asigura O<sub>2</sub> atât de necesar la bordul navelor spațiale cât și o regenerare a aerului pe seama emulsiei algală.

O<sub>2</sub> astfel obținut poate constitui materia primă alături de H<sub>2</sub> pentru recuperarea apei atât de necesare emulsiei algale cât și metabolismul cosmonauților.



Folosirea acestui procedeu are avantajul de a se putea obține și hrană pentru cosmonauți din emulsia algală. Desigur în viitor voi aduce îmbunătățiri de funcționare a unui asemenea sistem în condițiile industriale precum și înlocuirea siliconilor (compuși încă scumpi) cu alți compuși organici macromoleculari de tipul materiilor plastice.

b) Înscriindu-se în contextul cercetărilor moderne în Algoterapie s-au realizat și la noi diferite produse medicamentoase și cosmetice



rezultate prin prelucrarea algelor prin metode chimice, fizice, mecanice sau combinate. În unele cazuri se urmărește neafectarea unor fitohormoni din alge și se uzează de metode fizice.

Încadrându-se între metodele fizico-chimice spargerea membranei celulare algale cu ajutorul acestui procedeu inedit în ceea ce privește parametrii optimi de lucru<sup>1</sup> și anume: temperatură de  $-7^{\circ}$ ,  $-20^{\circ}\text{C}$  în prezența unor adjuvanți de tipul sărurilor ionice ( $\text{NaCl}$ ) în soluții izotonice.

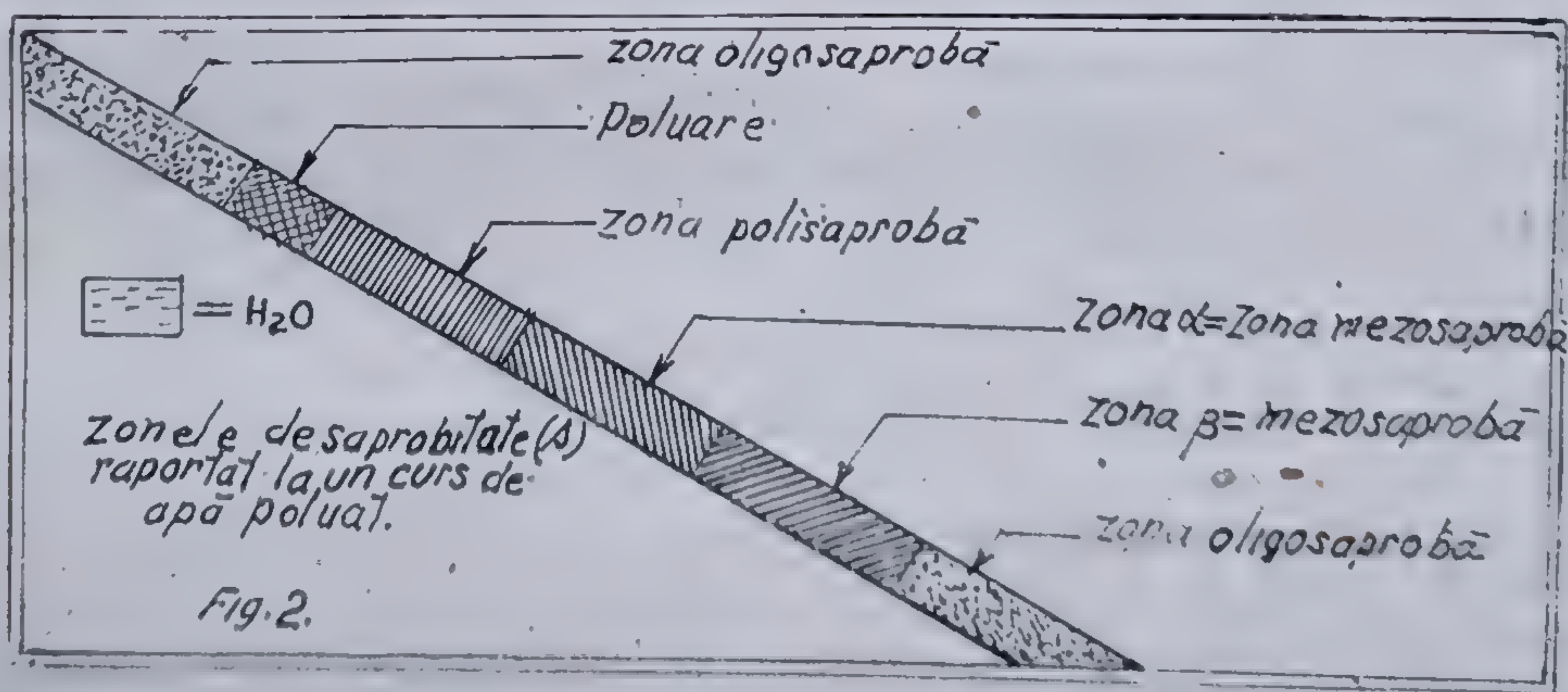
Faptul că sarea se depune în masa de lichid în partea inferioară înghețarea realizându-se treptat — are loc o concentrare a peliculei de sare care determină după mai multe înghețări și dezghețări succesive, formînd diferențe de premise osmotică care asociată cu formarea cristalelor de gheață în celule poate realiza această spargere a membranei celulare.

Scăzîndu-se apoi concentrația de  $\text{H}_2\text{O}$  pînă la 5% din emulsie se obține o pastă omogenă de culoare verde (în cazul folosirii cloroficeelor) cu miros aproape fad. Această pastă poate fi apoi preluată și prelucrată de unități specializate valorificînd diferitele substanțe necesare unor medicamente s-au produse cosmetice.

## II.2. Algele indicatori ecologici de importanță majoră

În cadrul ecosistemului apelor curgătoare (și nu numai lor) s-a observat că posedă procesul de autoepurare sub influența micro- și macroorganismelor ce o populează. Poluarea cu materiale biodegradabile este indicată de un număr mare (sute) de organisme vegetale și animale grupate în sistemul SAPROBILOR (Kalkwitz și Masson — 1909). Desigur din acest sistem un rol deosebit îl au algele care deseori produc înfloriri s-au prin moartea lor distrug anumite lanțuri trofice fapt care ne semnalează prezența unor poluanți care au acționat pozitiv s-au negativ asupra metabolismului algal.

Autoepurarea conform acestui sistem a fost delimitată în trepte de saprobitate (Fig. 2).



<sup>1</sup> Procedeele actuale (de ex.: în Franța) utilizează o temperatură de înghețare de pînă la  $-40^{\circ}\text{C}$ .



II.2.1. Zona polisaprobă — se caracterizează printr-o maximă poluare (zona în care se realizează poluarea). Consumul de  $O_2$  la 5 zile ajunge de la 80—100% din cantitatea apei de analizat.

Această apă conține ionul amoniu ( $NH_4$ ), acid-sulfhidric ( $H_2S$ ) precum și diferite sulfuri.

Organismele descompunătoare au densitatea de  $10^6$  germeni per ml. Algele sînt reprezentate de următorii indivizi: *Anabaena spiroides*; *Oscillatoria limosa*; *Nostoc sp.*; *Euglena acus*; *Chlorella vulgaris* etc.

II.2.2. Zona — mezosaprobă — concentrația poluanților scade. Frecvența azotaților prin oxidarea amoniului crește.

Concentrația  $O_2$  dizolvant/ml = 25—50%.

Consumul biochimic de  $O_2$  la 5 zile ajunge la 50—80% din cantitatea analizată.

Densitatea organismelor descompunătoare = mii de organisme ml.

Reprezentanții algali: *Oscillatoria subtilissima*; *Cryptomonas sp.*; *Ulothrix zonata*... etc.

II.2.3. Zona mezosaprobă — se continuă procesele de oxidare a azoțiilor în azotați  $CBO_5$  = valori aproape de 10—20% din probă.

Concentrația  $O_2$  dizolvat/ml are valori aproape normale (aproape de saturație).

Densitatea germenilor descompunători = sute de organisme ml.

Variații mari a speciilor algale care produc prin fotosinteză aerarea biologică a apei, cu reprezentanții: *Gomphosphaeria lacustris*; *Gloeotrichia echinulata*; *Nostoc verrucosum*; *Diatoma vulgare*; *Chlamydomonas simplex*; *Corona bohémica*; *Scenedesmus quatrikauda*... etc.

2.2.4. Zona oligosaprobă — procesul de autoepurare s-a încheiat, odată cu prezența  $N_2$  numai sub formă de azotați.

$CBO_5$  = sub 10% din cantitatea inițială,

Concentrația  $O_2$  dizolvat/ml = maximă (100%).

Se remarcă prezența algelor: *Plectomena tomasianum*; *Mallomonas factigata*; *Syncrypta volvox*; *Ceratium hirudinella*; *Volvox aureus*; *Ulothrix zonata*; *Zygnema stellinum*; *Spirogyra porticalis*; *Peridinium palatinum*... etc.

Acest sistem de determinare a calității apei pe baza algelor se aplică în prezent tot mai frecvent atât în străinătate cît și în institutele noastre de cercetări, obținîndu-se rezultate apreciabile atât în ceea ce privește determinarea cît și găsirea unor indivizi algali indicatori.



## EXPEDIȚIA ECOLOGICĂ „DELTA DUNĂRII“

Elev MARIN FLORIN

Grupul școlar industrial-agricol — Pitești

Coordonator științific : Prof. gr. I PAROȘANU ION

Delta Dunării este colțul cel mai recent apărut pe harta patriei noastre. În scopul cunoașterii biocenozelor Deltei, a viețuitoarelor (plante și animale) care le populează, în verile anilor 1984 și 1985 am organizat și efectuat două expediții ecologice în acest minunat colț de țară. La aceste expediții au participat elevi, membri ai cercului de ecologie de la Grupul școlar industrial-agricol Pitești — Mărăcineni. Am urmărit îndeosebi, formarea la acești elevi, a „conștiinței ecologice“, în vederea ocrotirii naturii patriei noastre.

În expediția din vara anului 1984 am cercetat grindurile cu pădurile care poartă același nume — Letea și Caraorman, iar în expediția din vara anului 1985 am cercetat zona din imediata apropiere a lacului Murighiol — brațul Sfântul Gheorghe și zona Gura Portiței, ce desparte apele lacului Golovița de apele înspumate ale Mării Negre.

Pe grindul Letea, în apropiere de mare, cresc foarte bine plante care s-au adaptat la viața pe solul nisipos — varza de mare, pătlagina de nisip, trestioara. Înaintînd dinspre mare spre apus, dăm de desigur de neștrăbătut, formate din cătină albă, cătină roșie, ale cărei flori răspîndesc o aromă plăcută. Mai spre interior începe adevărata pădure care ocupă văile dintre dune. Pădurea apare răspîndită în fișii, iar fișiile poartă numele de hasmacuri.

După unele ipoteze, originea mediteraneană a vegetației pădurii Letea s-ar datora păsărilor, care în perioada migrațiilor ar fi purtat cu ele involuntar spre aceste meleaguri semințele plantelor mediteraneene.

În timpul verii căldura este mare și toate aceste condiții au făcut ca vegetația să capete caracter luxuriant, cu desigur de nepătruns. Pe fundul văilor, unde umezeala este mai mare crește stejarul brumăriu, frasinul pufos, aninul negru. Pe dunele de nisip unde umezeala devine mai slabă cresc plopul care ajung la dimensiuni mari, chiar peste 30 m. Printre plopul se mai întîlnesc și alți arbori ca : mărul și părul sălbatic, ulmul, teiul și alții. Păducelul alături de porumbar, măceșul cu lemnul ciînesc, dracila împreună cu verigarul formează desigur de neștrăbătut în calea călătorului ajuns aici. Și noi a trebuit să facem ocolișuri mari pentru a străbate aceste adevărate ziduri de netrecut. Peste aceste plante urcă și se încîlcesc și mai mult plantele agățătoare — lianele. Iedera, curpenul,



vița de vie sălbatică, hameiul se urcă agățându-se din loc în loc de ramurile arborilor și arbuștilor.

La acestea se adaugă liana *Periploea* grasea venită de departe din Orient. În coroana plopilor înalți cîntărește codalbul și alte păsări răpitoare — gaia roșie, șerparul, ulii și creștii. Pe creasta dunelor pădurea dispare deoarece acolo e prea mare seceta. Aici cresc diferite ierburile mici, tufe și diverse buruieni.

Cea mai întinsă fișie din pădurea Letea este Hasmacul Mare, lung de 10 km, iar cea mai interesantă Grădina lui Omer care și-a păstrat neatins caracterul ei luxuriant, tropical. Omer a fost un pădurar turc care instalat aici păzea cu dîrzenie pădurea împotriva distrugerii.

Pădurea seculară Letea este o rezervație forestieră. Cu prilejul vizitei de lucru în județul Tulcea (5—6 august 1981), tovarășul Nicolae Ceaușescu, secretar general al partidului, a indicat ca acestui monument al naturii să i se acorde, în continuare, o îngrijire atentă și permanentă, golurile ce există în incinta pădurii să fie completate pentru a se da o folosire cât mai eficientă a terenului (România Liberă nr. 11438 din 7 august 1981).

În rezervația forestieră Letea pretutindeni se pot surprinde aspecte aparținînd unor zone geografice îndepărtate — pădurea cu arbori groși, înalți, uneori cu ramurile răsucite, mărturie a vînturilor puternice, predominante, alături de dunele semifixate, gata parcă să înăbușe viața. Străbătînd aceste locuri este imposibil să nu dorești a le revedea.

Pădurea Caraorman se află la capătul sudic al grindului cu același nume. Aici distrugerile provocate de om, în special prin pășunat, au fost mult mai mari. Compoziția floristică este aproximativ aceeași ca la pă-



Fig. 1 — În pădurea Caraorman.





Fig. 2 — Pregătirea unei noi incursiuni în natură (plecarea în pădurea Caraorman).

durea Letea, fără a fi atât de luxuriantă ca la prima. Ea cuprinde alături de un variat arboret format din plop, frasin și stejar subarboret de zălog (*Salix*, *Periploca*, *Crataegus*, *Eleagnus*, *Tamarix*, *Hippophaea*) și o vegetație ierbacee de nisipuri — perișorul de nisip (*Elymus sabulosus*), obsiga (*Bromus tectorum*), pirul (*Agropyrum junceum*), sălcioara de nisip (*Salix rosmarinifolia*) și altele. Pe dune apare adesea șopîrla de nisip (*Eremias argenta deserti*). Am întâlnit de asemenea broaște și șerpi care sînt comuni întregii delte.

În locul marii păduri de altădată de pe grindul Caraorman — pădure aproape tot atât de mare ca aceea de la Letea — s-a extins un peisaj deșertic, care ne-a ridicat mari greutăți în deplasare, cu dune de nisip, care își pot schimba poziția, crește sau descrește de la o zi la alta.

Actuala pădure Caraorman este un petic din fosta pădure de altă dată care se mai păstrează în partea sudică a grindului. Acesta este un trist rezultat al „răririi” făcute de om. Pentru a îndrepta această situație s-au făcut experimental plantări cu diferite specii forestiere. Cele mai bune rezultate au fost obținute cu plopul alb, plopul hibrid, ienuperul de Virginia și cătina albă.

În vara anului următor — 1985 am pornit din nou în Delta să cercetăm zona din apropierea lacului Murighiol — brațul Sfîntul Gheorghe și zona Gura Portiței.

De la Tulcea pe șosea am ajuns la Murighiol, localitate situată în dreptul marelui cot al brațului Sf. Gheorghe. Localității i se mai spune și Murighiol ceea ce în limba turcă înseamnă „lac violet”, din cauza nuanțelor liliachii pe care le are apa lacului.



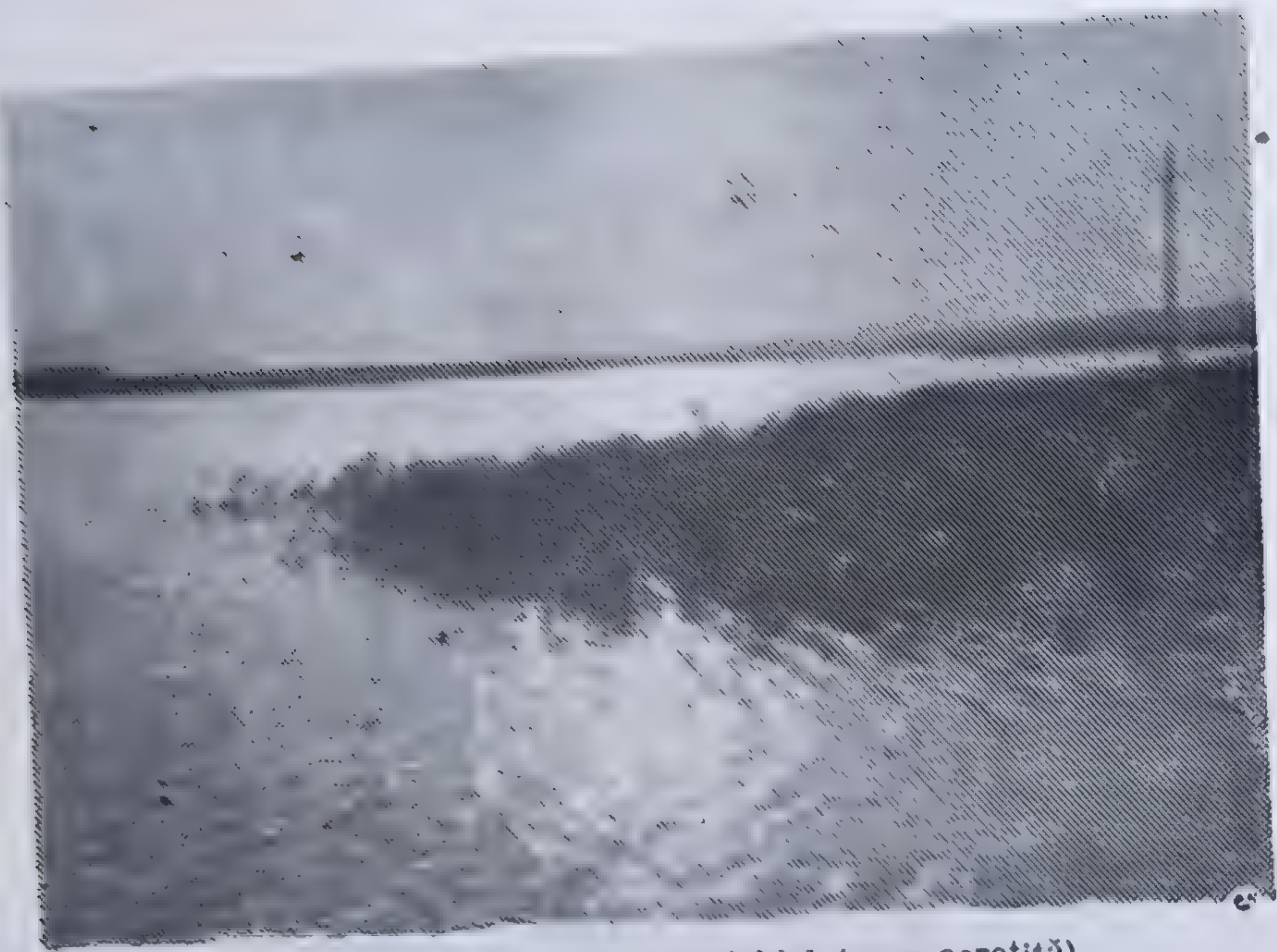


Fig. 3 — Sărăturile de la Murighiol (zona ocrotită).

Murighiol este o zonă bogată în lacuri, fiind înconjurată de acestea aproape din toate părțile. Intrînd pe gîrla Franțuzului am ajuns cu bărcile localnicilor pe brațul Sf. Gheorghe. Lacurile care înconjură Murighiolul sînt: Murighiol I în partea nord—estică, Murighiol II mai la est, ambele alimentate cu apă dulce din brațul Sf. Gheorghe. La sud și sud—vest de localitate se află Lacul Sărat numit și Sărăturile de la Murighiol, care cuprind și lacul de la Plopul.

Sărăturile de la Murighiol au o lungime de aproximativ doi km și o lățime de 500 m, cu marginile foarte sinuoase. Ele sînt înconjurate cu stuf și pipirig care asigură condiții bune de cuibărit mai multor specii de păsări ca: piciorongul (*Himantopus himantopus*), cioc întors (*Recurvirostra avosetta*), rața cu ciuf (*Netta rufina*), fluierarul de lac (*Tringa stagnatilis*), ș.a.

Sărăturile de la Murighiol au fost declarate zonă ecologică pentru a cruța piciorongul, o pasăre rară. Popular i se mai spune și căță'igă, ușor de recunoscut din cauza înălțimii sale neobișnuite. Corpul de mărimea unui porumbel e cocoțat pe picioare subțiri, golașe, foarte lungi, care-i permit accesul în apă. Piciorongul avertizează celelalte specii de păsări ce cuibăresc sau își alfă adăpostul în Sărăturile de la Murighiol de primejdia vu'turului codalb (*Haliaetus albicilla*).

Alte păsări care mai pot fi întîlnite frecvent aici sînt: țigănușul (*Plegadis falcinellus*), care se recunoaște după culoarea sa neagră cu luciu metalic-verzui și ciocul subțire, lung și curbat; stîrcul pitic (*Ixobrychus minutus*), care este cel mai mic dintre speciile de stîrci întîlnite în Delta; nagițul (*Vanellus vanellus*), cu moț deasupra capului, puțin curbat în sus; chirighița (*Chilidonias leucopterus*), care mai e



numită și chirighița cu aripi albe, spre a deosebi de alte specii cu același nume. Uneori se constată prezența mai mare a rațelor cu cap brun (*Aythya ferina*), a raței roșii (*Aythya nyroca*), precum și a raței mari (*Anas platyrhynchos*) care vin aici pentru hrană.

Timp de câteva zile cît am stat la Murighiol atenția cea mai deosebită ne-a fost atrasă de colonia de pelicani instalată în partea care duce în spre Uzlina a lacului Murighiol. Înfățișarea coloanei era impresionantă. În cuiburi uriașe stăteau pelicanii cu aripile ușor desfăcute ca niște gigantice flori albe. Pe fondul alb se conturau ciocurile și gușile lor enorme de culoare galbenă. Zilnic am urmărit zborul pelicanilor din colonia de la Murighiol. Aceștia zboară în viraje, cu o neobișnuită ușurință, fără măcar să clintească din aripi, plutind în cercuri tot mai strînse cînd se apropie de colonie. După ce se lasă pe apă înotă pînă la marginea coloniei, ca apoi să pășească în cuiburi. Cuiburile lor sînt foarte dese, strînse unele lîngă altele. Ele sînt niște construcție solide din rizomi, tulpini, frunze de stuf, de papură și din diferite alte plante, bine presate. Pelicanul depune doar două ouă, dar cuiburile, fiind foarte aproape, ouăle se răstoarnă adesea dintr-un cuib într-altul. Atunci cînd ouăle sînt abia depuse, deranjarea coloniei este foarte periculoasă, deoarece pelicanii o părăsesc și nu se mai întorc la cuiburile lor. Cînd însă încep să iasă puii, pelicanii își părăsesc foarte greu cuiburile. Cunoscînd aceste lucruri noi ne-am mulțumit să le admirăm zborul și să-i fotografiam atît zburînd cît și înotînd pe apele liniștite ale lacului Murighiol. Interesant este și modul cum se hrănesc pelicanii. Hrana lor o constituie pești. Deși pelicanii sînt foarte buni înotători, ei nu se pot cufunda, astfel încît ei prind peștele numai în ape puțin adînci. Aici se lasă în cerc pe apă și bătînd apa cu puterea aripilor lor uriașe sperie peștele, adunîndu-l spre centrul cercului, care se strînge mereu. Cu ciocurile lor enorme prind peștele ameușit și-și umplu gușa cu el. Un pelican adult consumă zilnic, în medie 1,5—2 kg pește. Deseori pelicanii se așază în front și alungă peștele spre un mal, unde îl și prind. Adesea împreună cu pelicanii vînează și cormoranii mari — pelicanii pescuiesc la suprafață, iar cormoranii, neîntrecuți scufundători, prind peștii care scapă din încercuire.

Numărul pelicanilor s-a împușinat, mai ales din cauza distrugerilor barbare la care au fost supuse în trecut coloniile din Delta Dunării. Astăzi singurele colonii de pelicani din Europa se mai găsesc în Delta Dunării și în Delta Volgăi. În prezent vînătoarea de pelicani și distrugerea cuiburilor lor sînt cu desăvîrșire interzise, iar coloniile din apropiere de Uzlina sînt luate sub pază.

Revenind de la Murighiol la Tulcea ne-am îndreptat de aici înspre Jurilovca. Tot așa cum Tulcea este „poarta Deltei Dunării“, Jurilovca poate fi numită „poarta Razelmului“. De la Jurilovcă străbătînd cu nava rapidă apele lacului Golovița am ajuns la Portița.

Portița este cea mai veche denumire românească-cunoscută la gurile Dunării și Marea Neagră. Pînă acum două decenii, Portița era o spărtură în grindul ce separa lacul Golovița de complexul lagunar Razelm—Sinoe din Marea Neagră, fiind o zonă unde se instalau gardurile pentru prinderea chefalului. De aici și denumirea de Gura Portiței sau Portița.



Începînd din anul 1951, această poartă a început să se închidă plecînd de la o teză mai veche a lui Grigore Antipa, care susţinea necesitatea îndulcirii apelor Razelmului pentru a-l face mai productiv sub aspect piscicol. Aceasta se putea realiza pe două căi : prin aducerea apelor dulci din Dunăre, fapt început chiar de Gr. Antipa, şi prin limitarea sau întreruperea accesului apelor sărate ale mării. Această ultimă măsură a început prin închiderea Portiţei care s-a realizat prin dislocarea unor masive cantităţi de rocă din marea stîncă a Dojmanului şi aducerea lor în această spărtură a Portiţei. Lucrarea de închidere s-a realizat în anul 1973.

În apropierea Portiţei se află rezervaţia naturală Periteasca—Leahova, în suprafaţă de 3100 ha. Ea a fost păstrată în scopul ocrotirii faunei înaripate de aici. De asemenea, aici întîlnim mai multe lacuri şi cîteva grinduri cu floră şi faună specifice.

O altă zonă care prezintă interes şi se află în partea dinspre sud a Portiţei este Insula Lupilor. În literatura geografică este numită şi Grinul Lupilor. Datorită prozei lui Sadoveanu, este cunoscută sub titlul Ostrovul Lupilor.

O bogată faună ornitologică poposeşte în aceste locuri — raţe mari, raţe fluierătoare, gîşte, prundaşul sau prundăraşul, care cuibăreşte pe nisipurile cu puţină vegetaţie, pescăruşul argintiu, frecvent întîlnit de-a lungul limbii de pămînt ş.a. Această faună şi pitorescul locului l-au atras pe Mihail Sadoveanu înspre Ostrovul Lupilor.

Vegetaţia care creşte pe acest grind este rară şi e formată din plante specifice, între care perişorul de nisip (*Elymus sabulosus*), varza de mare (*Crambe maritima*), pirul, stuful ş.a.

Printre cele două expediţii ecologice în Delta Dunării am urmărit şi cunoaşterea structurii şi funcţionării naturii neafectate de activităţile umane.

Caracterul deosebit de preţios al Deltei Dunării impune accentuarea preocupărilor privind protejarea, utilizarea raţională a resurselor naturale, păstrarea echilibrului său ecologic, care a devenit destul de fragil.

Aceasta impune necesitatea de a se acorda o atenţie sporită conservării şi ameliorării calităţii ecosistemelor reprezentative şi a monumentelor naturii din Delta Dunării.



## CONTRIBUȚII LA CUNOAȘTEREA MICILOR MAMIFERE DIN CULTURILE AGRICOLE

Elev TUDOR CARMEN  
Școala generală Reșca — Jud. Olt

### 1. Introducere

În lucrarea de față sînt prezentate maniferele mici colectate din diferite culturi în localitatea Reșca, Județul Olt, în perioada anilor 1983—1984. Materialul colectat se compune din 170 exemplare capturate de membrii cercului „Tinerii naturaliști”.

### 2. Istoricul

Referiri de ordin general asupra componenței specifice a populațiilor de mamifere mici semnalează R. Călinescu date preliminare asupra mamiferelor mici din Cîmpia Olteniei, St. Torcea și Petrache O. Solurile și vegetația sînt caracteristice silvostepii. Climatic, regiunea cercetată se încadrează în formula C după Köppen cu temperatura medie anuală de 10,9—11,1°C, iar precipitațiile înregistrează condiții minime în lunile februarie și maxime în iunie (St. Meteo, Caracal).

### 3. Material și metoda de lucru

Pentru capturarea materialului biologic am folosit metoda canalelor cu cilindrii Zimmerman și capcana cu arc. Momeala folosită; pîine, pîine prăjită în ulei, diferite semințe, carne. Animalele capturate provin din cinci stații de cercetare; cultură de grâu, cultură de lucernă, ierburi perene (islaz), grădină de zarzavat, pădure.

Materialul s-a colectat în lunile le primăvară, vară, toamnă cu un număr egal de capcane într-un număr egal de zile. S-a efectuat biomăria externă la unele dintre speciile de mamifere mici colectate.

### 4. Rezultate obținute și discuții

În materialul colectat s-au identificat pentru localitatea Reșca situată în Cîmpia Caracalului, 15 specii.



Tabelul nr. 1

Speciile colectate și răspândirea lor în cele cinci stații de cercetare, din localitatea Reșca

Nr. crt.	Specia	cult. grâu	Stațiile		grădină zarzavat	pădure	Total
			cult. lucernă	islaz			
1	Apodemus sylvaticus	—	—	—	—	75	75
2	Apodemus flavicollis	—	—	—	—	13	13
3	Apodemus agrarius	3	4	—	—	—	7
4	Micromys minutus	2	—	—	—	—	2
5	Muscardinus avellanarius	—	—	—	—	6	6
6	Crīcet1s crīcet1s	4	3	—	—	7	7
7	Citellus citellus	5	4	6	—	—	15
8	Microtus arvalis	—	—	—	7	—	7
9	Pitymys subterraneus	—	—	—	—	10	10
10	Crocidura leucodon	—	—	1	3	—	4
11	Sorex minutus	—	—	—	6	—	6
12	Talpa europaea	—	3	4	5	—	12
13	Erinaceus roumannicus	—	—	—	1	—	1
14	Mustela nivalis	—	2	1	—	1	4
15	Putorius putorius	—	—	—	—	1	1
Total		14	16	12	22	106	170

În tabelul nr. 1 se constată că numărul capturilor este mai mare în pădure. Dintre specii Apodemus sylvaticus și Apodemus flavicollis înregistrează numărul cel mai mare 75 respectiv 13. Numărul cel mai mic de capturi s-a înregistrat pe islaz și cultura de grâu (12 și 14). Dintre specii numărul cel mai mic îl înregistrează ariciul (Erinaceus) cu toate că în localitate este bine reprezentat.

Tabelul nr. 2

Date biometrice medii provenite de la animalele (mamiferele mici) cercetate în localitatea Reșca — Olt

Specia	nr. expl.	L	C	Pl	Au	Gr
Muscardinus avellanarius	6	72,5	61,2	18,3	9,2	79
Pitymys subterraneus	10	81,2	26,3	12,3	8,1	80
Microtus arvalis	7	98	36,1	16,4	10,2	124
Apodemus sylvaticus	75	89,2	83,8	22,1	16	110
Apodemus flavicollis	13	102	100	25	10,8	118
Micromys minutus	2	65	57,2	17,2	13	62
Apodemus agrarius	7	97	74	18,2	12	98
Citellus citellus	15	198,2	52	36	11	3240
Crīcet1s crīcet1s	7	212	36,9	36,7	31,2	3860
Crocidura leucodon	4	68	41,5	12	7,3	46
Sorex minutus	6	62	32	11	8,1	44
Talpa europaea	12	131	29	18	—	2460



Din tabelul nr. 2 se constată că mamiferele rozătoare sînt reprezentate prin 10 specii, mamiferele carnivore prin 2 specii, mamiferele insectivore prin 3 specii. Deci ponderea cea mai mare o au mamiferele mici rozătoare. Totodată se constată că mamiferele mici înregistrează o frecvență mai mare în pădure, specia dominantă fiind *Apodemus sylvaticus*. Speciile cele mai rare sînt: *Muscardinus avellanarius*, *Pitymys subterraneus*, *Crocidura leucodon*, *Sorex minutus*.

Speciile cele mai frecvente care formează populații permanente și prezintă interes din punct de vedere practic sînt: *Apodemus flavicollis*, *Apodemus sylvaticus*, *Cricetus cricetus*, *Citellus citellus*, *Microtus arvalis*.

A apărut interesant de analizat populațiile de mamifere mici și a face cîteva observații relative la speciile rare capturate.

*Muscardinus avellanarius* — La șes se întîlnește rar, preferă tufișurile de alun. Din punct de vedere morfoanatomic specia se recunoaște de celilalți pîrși din țara noastră după dimensiunile corpului mai mici de 100 mm, blana de un colorit roșcat, cărămizie cu picioarele roz și degetele albe adaptate pentru cățărăt pe trunchiul copacilor. Pîrșul de alun este activ numai primăvara și vara spre toamnă se retrage la hibernat (Hamar 1967).

*Pitymys subterraneus* — Se recunoaște după culoarea blănii cenușie închisă pe spate și albă cenușie lucioasă pe partea ventrală. Ochii sînt reduși la mărimea unei gămălii de ac, sau normali, coada scurtă cu lungimi cuprinse între 22—34 mm. După locul unde a fost capturată specia este iubitoare de umezeală și temperaturi scăzute, chiar pe marginea pîraielor de apă. Este activ noaptea spre dimineată pînă la ora 7.

## 5. Concluzii

— Pe baza unui material compus din 170 exemplare de mamifere mici colectate în localitatea Reșca, jud. Olt se aduce o contribuție la cunoașterea componenței specifice pentru care se citează 15 specii aparținînd Rozătoarelor, Carnivorelor, Insectivorelor.

— Se prelucrează valori biometrice pentru determinarea speciilor.

— Dintre speciile rare capturate și cele existente în regiunea cercetată sînt: *Muscardinus avellanarius* și *Pitymys subterraneus*.

— Analiza compozenței pe stațiile de cercetare arată că pădurea deține procentajul cel mai ridicat 36,2%.

— În pădure se înregistrează o scădere din primăvară spre vară și o creștere spre toamnă. În culturile agricole o creștere a numărului din primăvară spre vară și o descreștere spre toamnă, fapt explicabil ca urmare a procurării hranei și influența regimului de precipitații în mod indirect în special la cultura de lucernă.

— Deși speciile de mamifere rozătoare sînt cunoscute majoritatea dăunătoare, speciile mai sus amintite nu prezintă totuși un pericol grav pentru plantele cultivate și flora spontană cu importanță economică, deoarece au densitate mică.



# SINTEZE ȘI PROBLEME ÎN SPRIJINUL ADMITERII ÎN ÎNVĂȚĂMÎNTUL SUPERIOR

## REAȚII DE SINTEZĂ ÎN LUMEA MOLECULELOR ORGANICE

Lector dr. IORDĂCHESCU DANA  
Facultatea Biologie—Geologie—Geografie — București

Reacțiile chimice realizate în laborator decurg în condiții diferite de cele necesare pentru ca aceeași transformare să aibă loc într-un organism viu. În general, putem afirma că procesele biochimice — reacțiile chimice care caracterizează metabolismul unui organism viu — decurg în condiții de temperatură și de pH moderate, compatibile cu viața. Toate reacțiile biochimice decurg în prezența unor biocatalizatori specifici — *enzimele*, care respectă în mare legile catalizei chimice, avînd în plus particularități structurale și de acțiune. Enzimele, ca și catalizatorii chimici accelerează viteza reacțiilor posibile din punct de vedere termodinamic, determinînd o scădere a energiei de activare a reactanților și conducînd la instalarea mai rapidă a stării de echilibru. Biocatalizatorii reacțiilor biochimice au o capacitate catalitică superioară catalizatorilor chimici, reușind să mărească viteza unei reacții de  $10^8$ — $10^{11}$  ori. Activitatea catalizatorilor, indiferent de natura lor chimică, se caracterizează prin faptul că poate fi decelată cînd aceștia se găsesc în cantități extrem de mici, la sfîrșitul procesului regăsindu-se într-o stare chimic neschimbată.

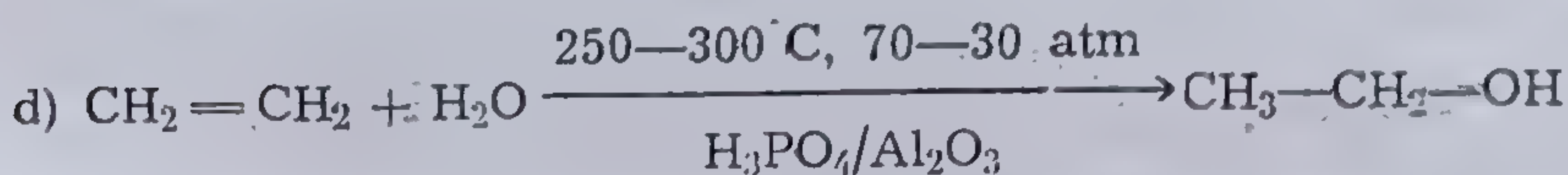
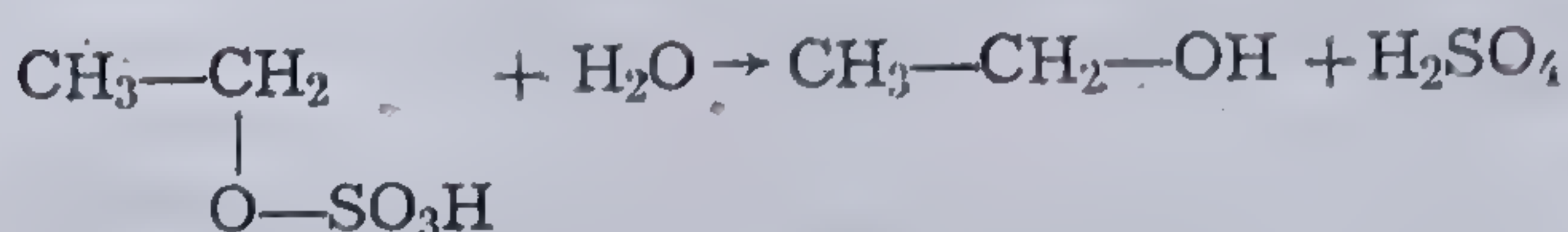
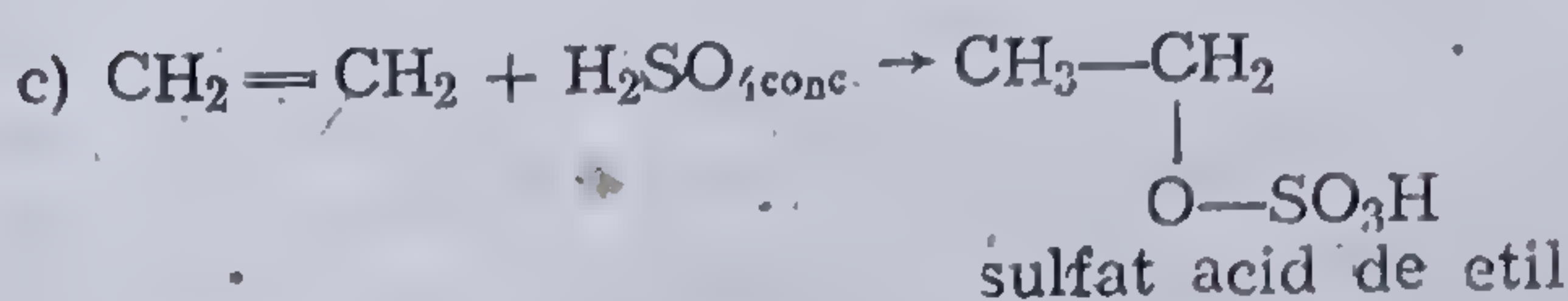
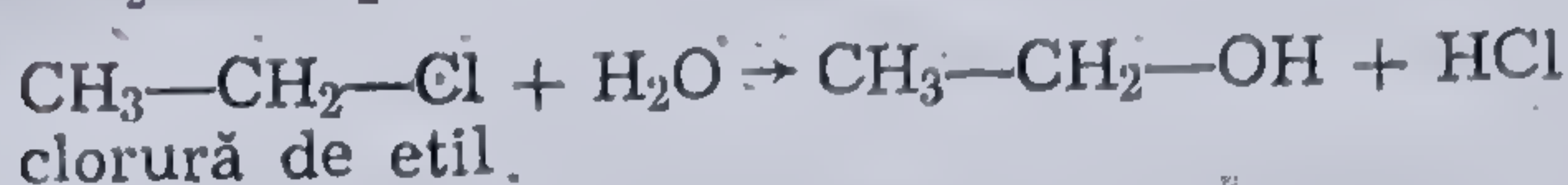
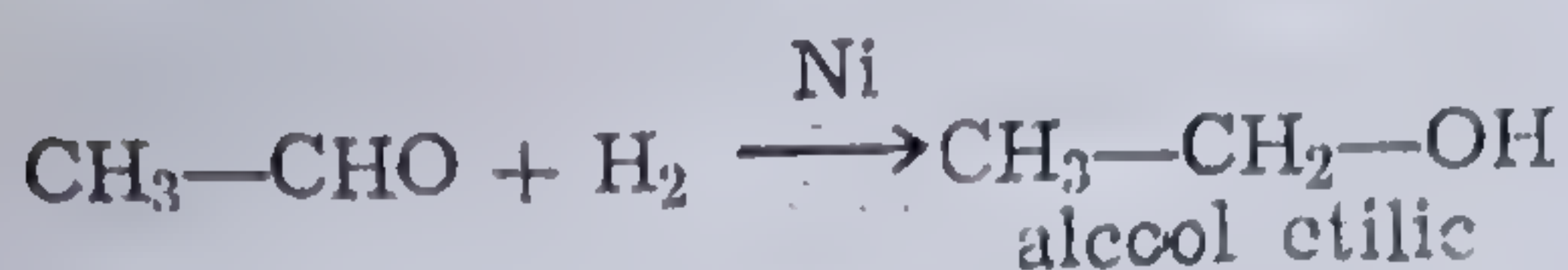
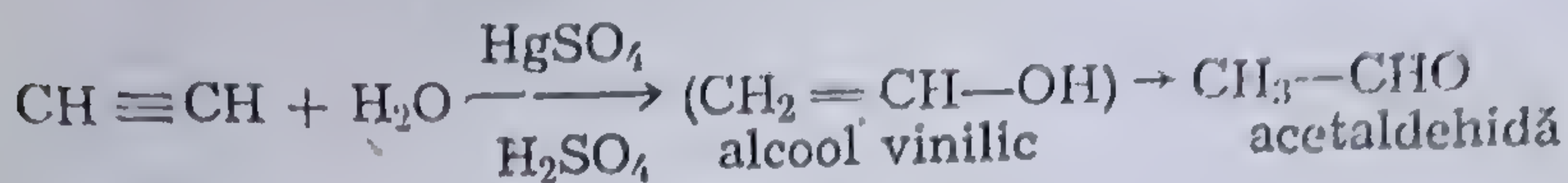
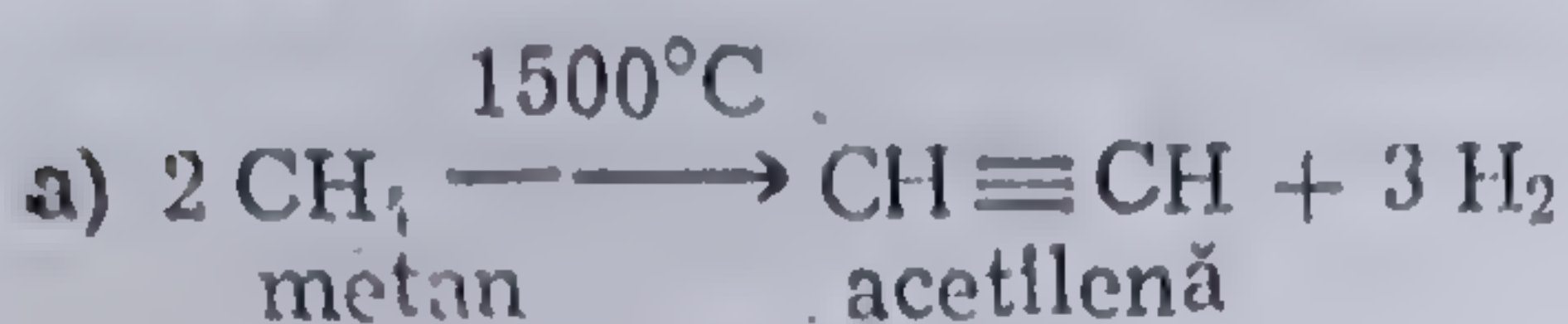
Catalizatorii chimici (Pt, Ni,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{H}^+$  etc.) sînt substanțe relativ simple, în timp ce enzimele au în structura lor o parte proteică — *apoenzima*, în unele cazuri și o componentă neproteică — *cofactorul enzimatic*, deci sînt formate din macromolecule constituite din resturi ale unor aminoacizi legați între ei prin legături covalente (legături peptidice și punți disulfurice) formînd structuri ordonate, extrem de complicate.

Datorită gradului deosebit de complexitate structurală a enzimelor, ele sînt substanțe extrem de labile, ușor denaturabile reversibil sau ireversibil, prin modificarea temperaturii, pH.

Cea mai esențială deosebire dintre enzime și catalizatorii chimici constă în înalta specificitate de acțiune a enzimelor, concretizată în capacitatea de a cataliza un singur tip de reacție biochimică : o oxidoreducere, un transfer al unei anumite grupări (amino, carbonil, metil), o hidroliză etc.



Astfel, alcoolul etilic poate fi sintetizat în laborator pe mai multe căi:

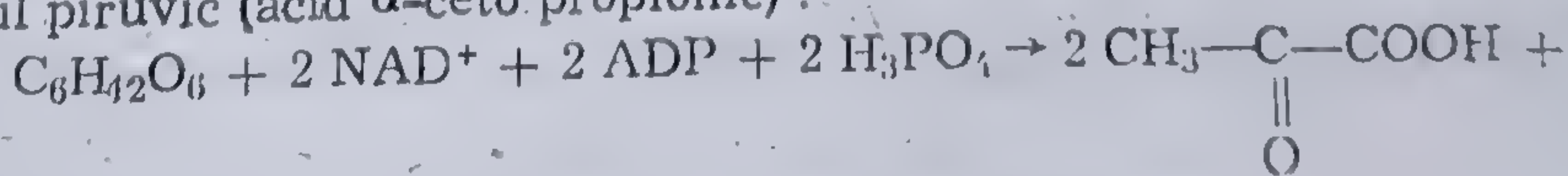


În care se constată necesitatea unor temperaturi ridicate (1500 C în calea a, 300°C în calea d), a unor presiuni mari (80 atm. în calea d), prezența unor acizi tari (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrat, HCl), precum și a unor catalizatori chimici (Ni, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Sinteza alcoolului etilic are loc în microorganisme, de exemplu în drojdia *Saccharomyces cerevisiae*, în cadrul căii metabolice numite *fermentația alcoolică*. Reacția totală :



reprezintă suma a 12 reacții parțiale, fiecare catalizată de către o enzimă specifică. Glucoza suferă o serie de transformări care conduc în final la acidul piruvic (acid α-ceto propionic) :



În cadrul etapei 1, glucoza suferă oxidarea la acid piruvic pe seama reducerii compusului *nicotinamid adenin dinucleotid*, scris simbolic NAD<sup>+</sup>. În figura 1 prezentăm procesul redox pe care îl suferă acest compus care participă la multe reacții care au loc în organismele vii, catalizate de enzimele din clasa oxidoreductazelor. Energia eliberată în



urma acestui proces redox nu este pierdută de organism ci este înglobată în structura acidului adenozin trifosforic (ATP), care este un compus cu o mare valoare energetică. ATP este sintetizat din reacția acidului adenozin difosforic (ADP) cu  $H_3PO_4$  (figura 2), care este un proces endergonic ( $\Delta G > 0$ ), subvenționat de o serie de reacții exergonice (în cazul nostru, oxidarea glucozei la acid piruvic) cu care este cuplat:

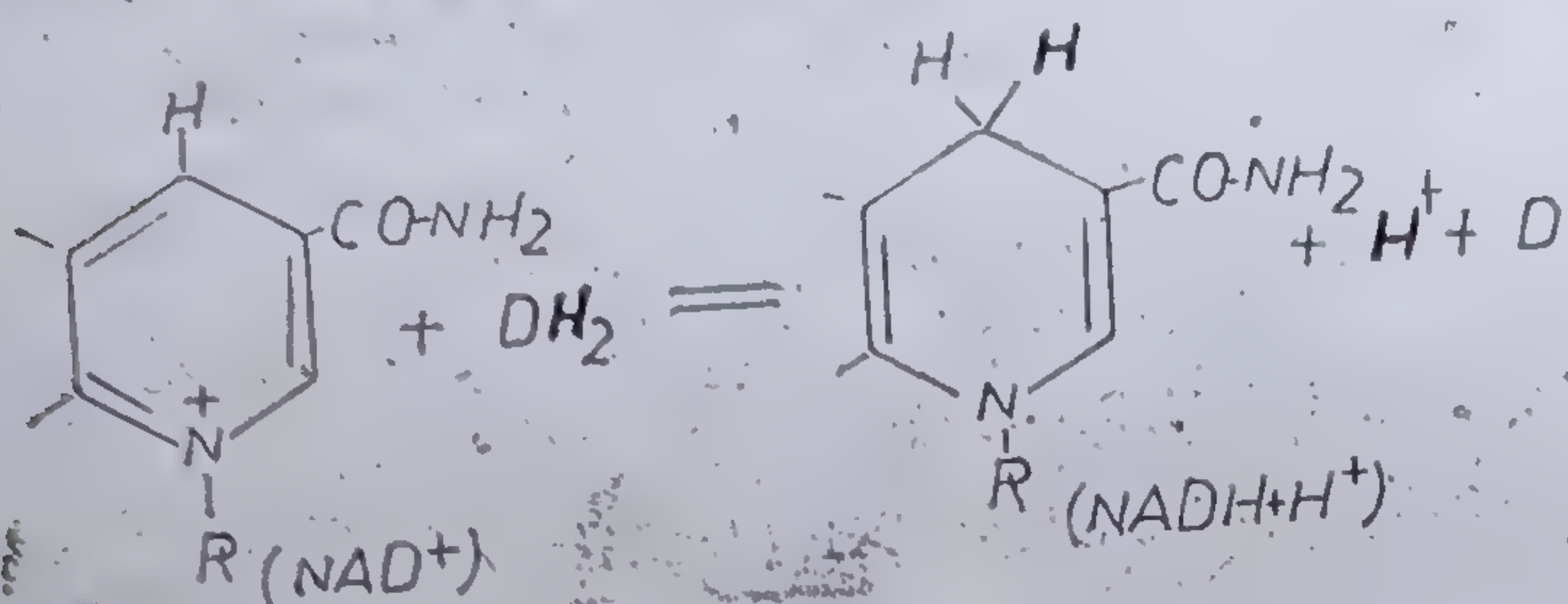
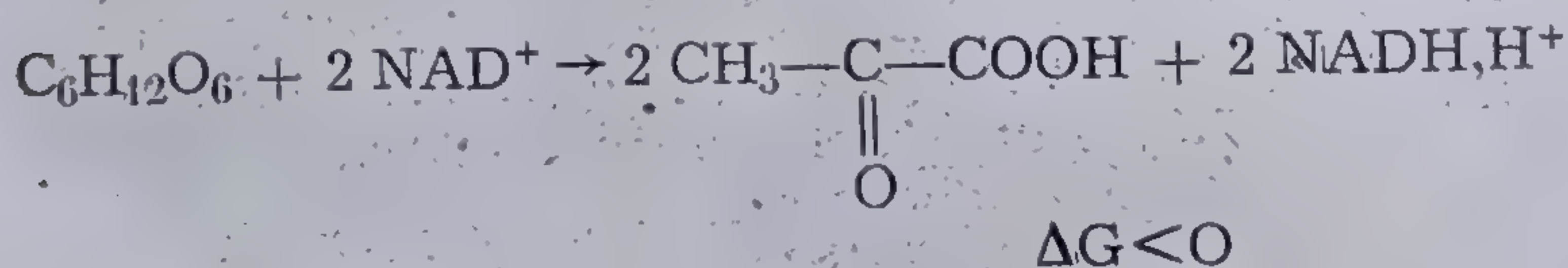
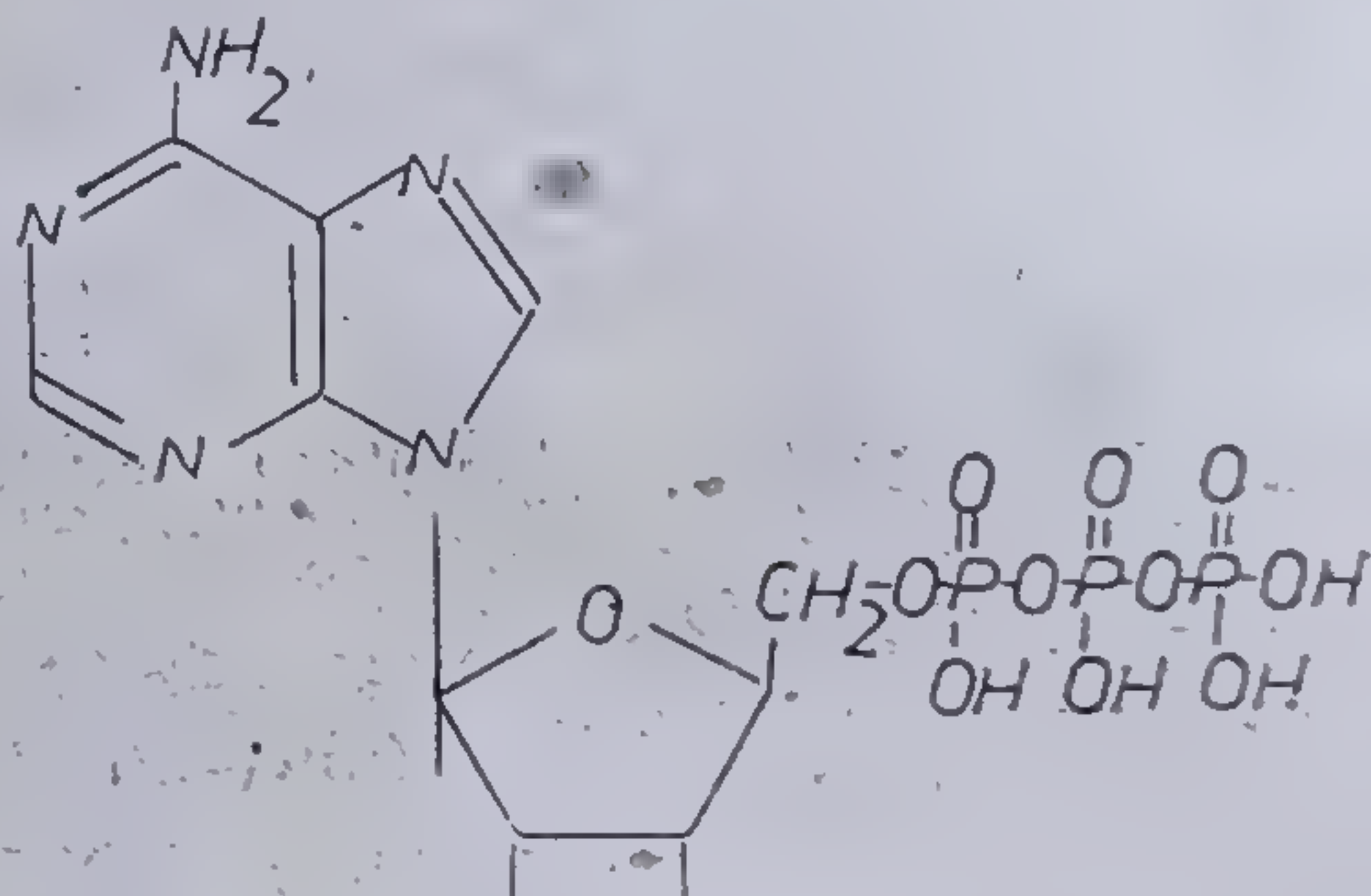


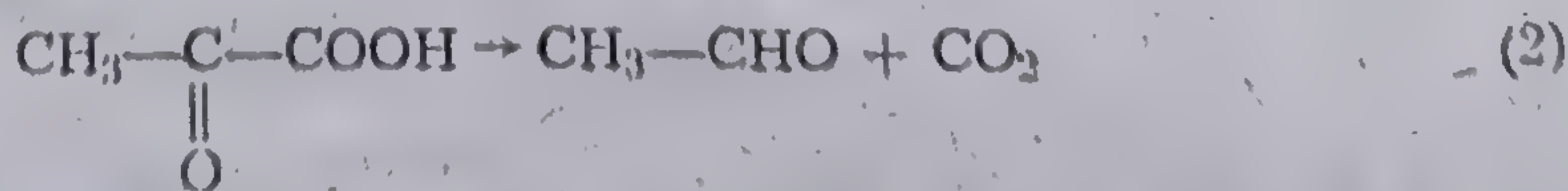
Fig. 1. — Reprezentarea schematică a procesului redox în care este implicat compusul nicotinamid adenin dinucleotid.

Fig. 2. — Structura acidului adenozin trifosforic.



ATP joacă un rol esențial în metabolismul celular, facilitând toate reacțiile endergonice (consumatoare de energie), procesele de contracție musculară și care contribuie la homeostazia organismului (temperatura, pH fiziologic normale). Deci, atunci când organismul are nevoie, energia înglobată în structura ATP este eliberată prin hidroliza acestuia  $ATP + H_2O \rightarrow ADP + H_3PO_4$  (7,3 Kcal, în condiții standard). Deci, organismele vii prezintă un metabolism caracterizat prin principiul maximei economii de energie și de substanțe organice.

Acidul piruvic este în continuare decarboxilat:

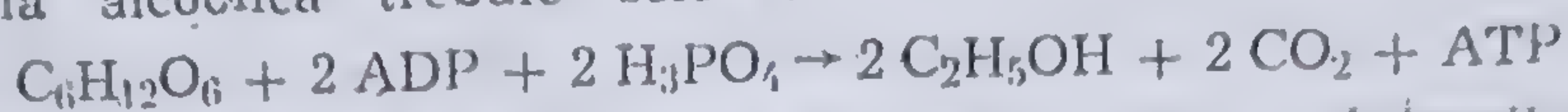


la acetaldehidă, reacție catalizată de o enzimă care are în structura ei un derivat al vitaminei B<sub>1</sub>. Acetaldehida este redusă la alcool etilic:





în prezența NADH (starea redusă) și a unei enzime specifice. De fapt, în această reacție finală este utilizat NADH rezultat din oxidarea glucozei la acid piruvic (etapa 1). Prin urmare, reacția totală care redă fermentația alcoolică trebuie scrisă :



fiind o cale catabolică de utilizare a glucozei în scopul obținerii de energie, necesară vieții celulei de drojdie. Pentru această celulă simplă, etanolul este un produs final, un deșeu. Omul, a utilizat din cele mai vechi timpuri, acest proces de fermentație în scopul obținerii alcoolului etilic, care are multiple utilizări.

Procesul de fermentație alcoolică poate avea loc și pornind de la polizaharide. Astfel, amidonul din cereale și cartofi este transformat în glucoză, sub acțiunea unor enzime, dintre care *amilazele* scindează legăturile  $\alpha$ -1,4-glucozidice din structura polizaharidului. Când amilaza este izolată din surse animale ( $\alpha$ -amilaza), enzima catalizează hidroliza legăturilor  $\alpha$ -1,4-glucozidice din interiorul structurii substratului polizaharidic (figura 3) formându-se *dextrinele*, ca produși intermediari, cu mase moleculare mai mici. Dacă se urmărește reacția cu iodul a produsilor de hidroliză a amidonului, se constată că intensitatea culorii complexului format scade treptat :

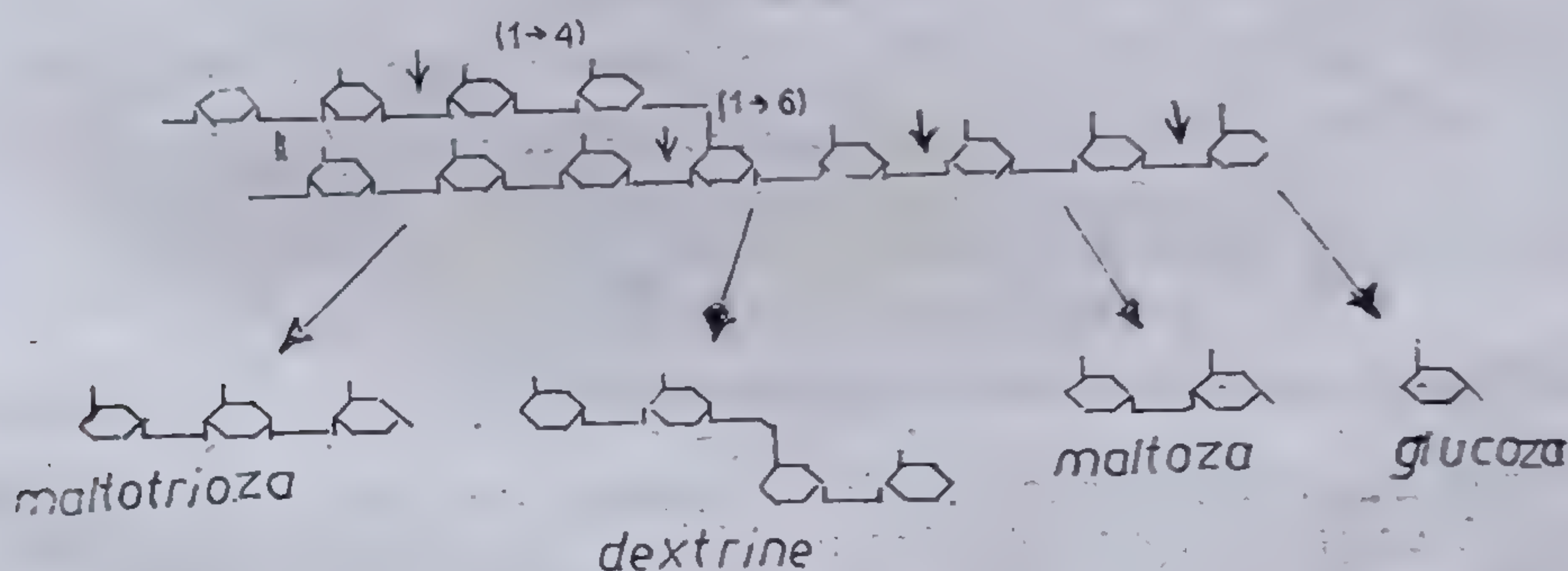


Fig. 3. — Scindarea amidonului de către  $\alpha$ -amilază și produși de reacție.

Amidon	→	Eritrodextrine	→	Acrodextrine	→	Glucoză
(cu $I_2$ dă un complex violet)		(cu $I_2$ dă un complex roșu)		(nu dă colorație cu $I_2$ )		

acrodextrinele ne mai dînd colorație cu iodul.

Cînd amilaza este izolată din surse vegetale ( $\beta$ -amilaza) enzima catalizează hidroliza legăturilor  $\alpha$ -1,4-glucozidice de la capătul nereducător al structurii polizaharidului substrat (figura 4), eliberînd succesiv resturi de maltoză, care ulterior sînt hidrolizate la glucoză, sub acțiunea enzimei *maltaza*.

Glucoza eliberată din amidon, sub acțiunea enzimelor amilolitice, suferă procesele caracteristice fermentației alcoolice, deja prezentate.



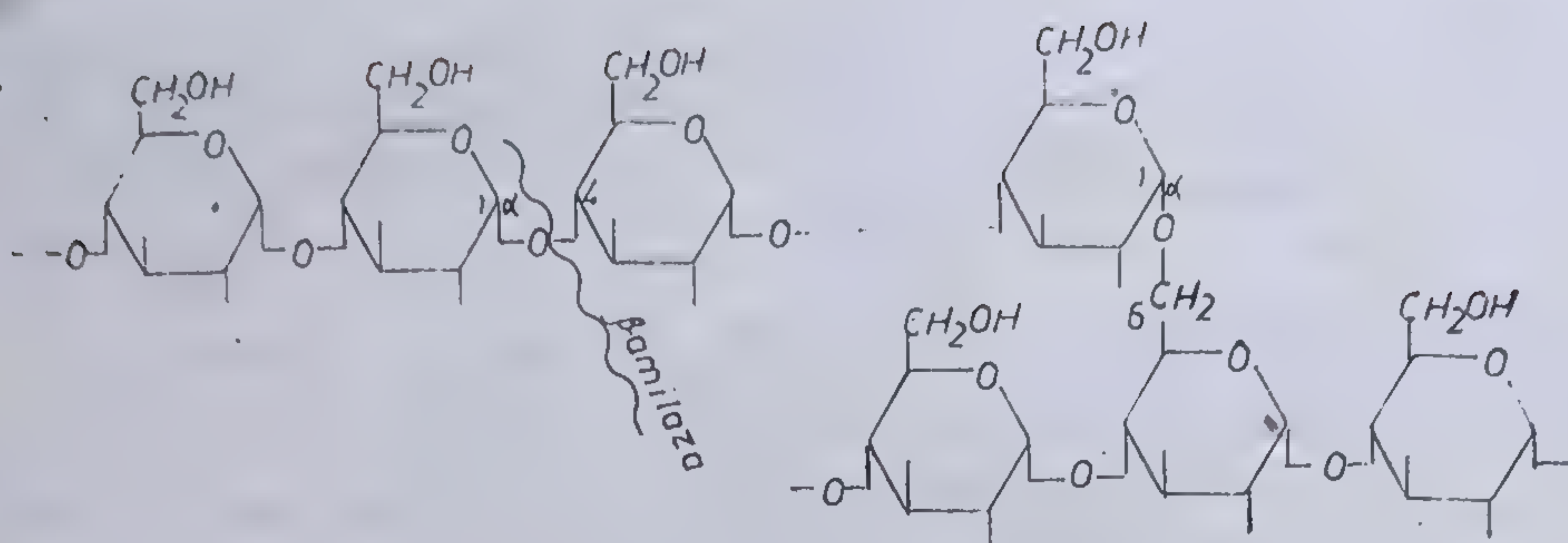


Fig. 4. — Modul de acțiune al  $\beta$ -amilazei asupra amidonului.

Celuloza, polizaharidul de susținere al celulelor vegetale, poate constitui și el un substrat al fermentației alcoolice. În acest caz particular, enzimele implicate în ruperea legăturilor  $\beta$ -1,4-glucozidice — celulazele, se găsesc într-un număr de microorganisme (figura 5). Deci,

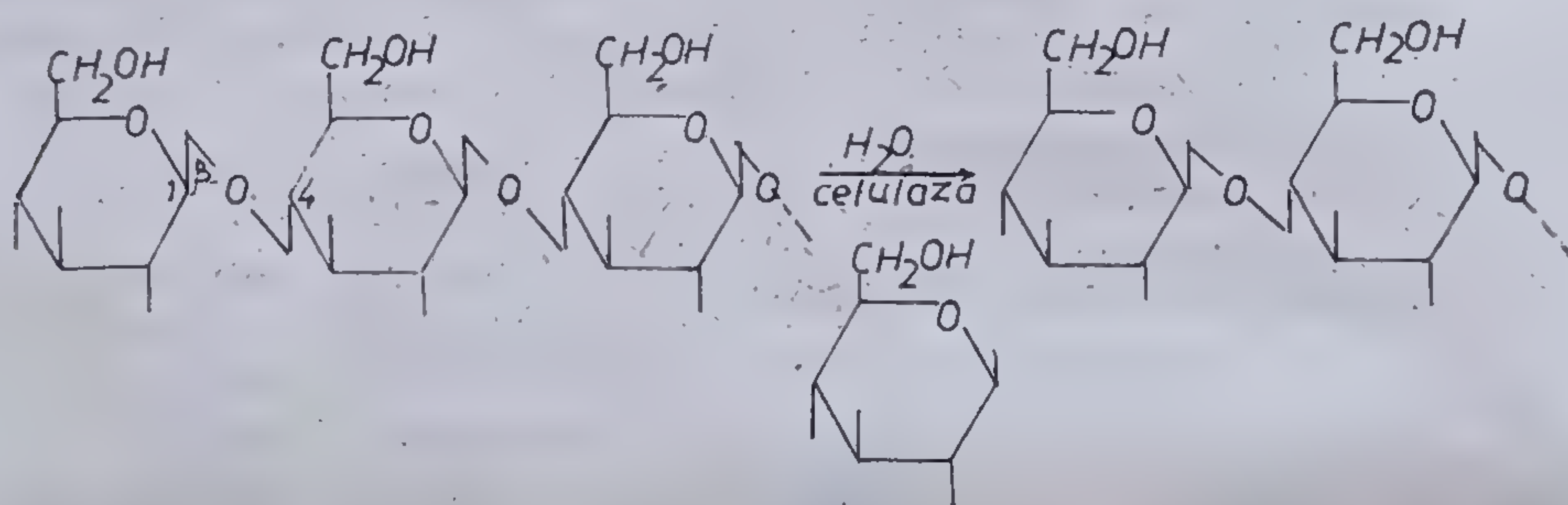
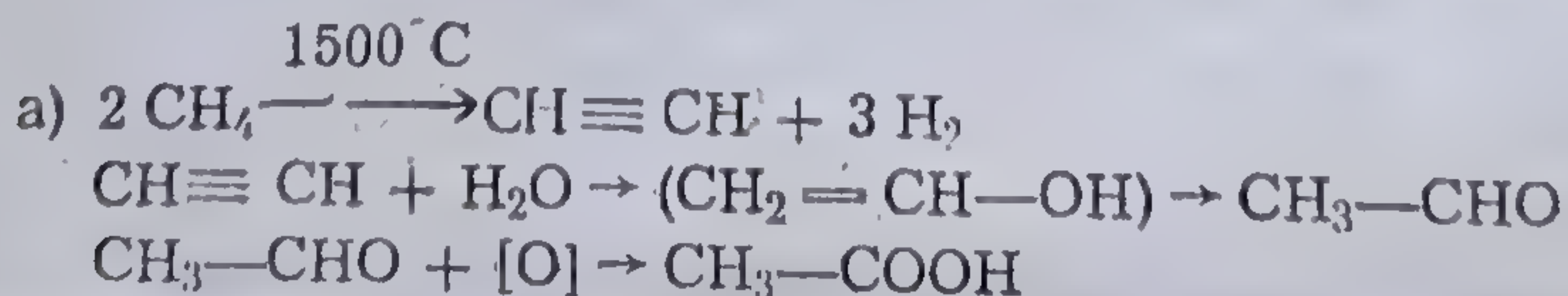


Fig. 5. — Scindarea hidrolitică a structurii celulozei sub acțiunea celulozei.

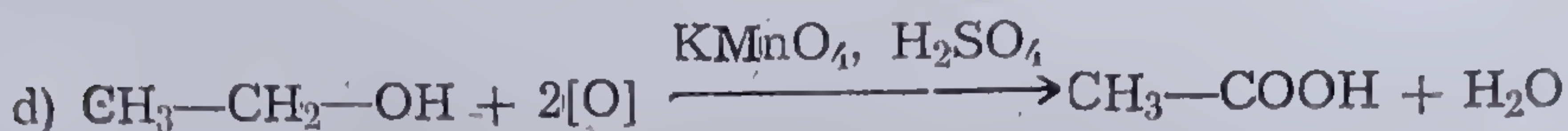
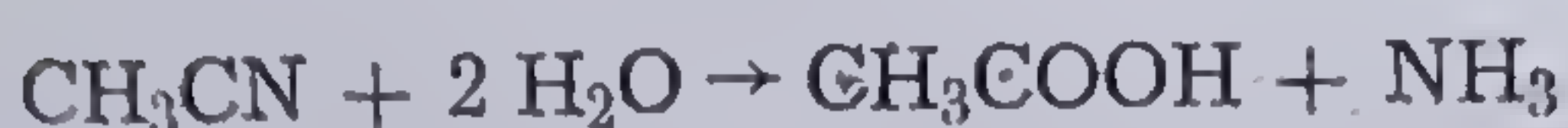
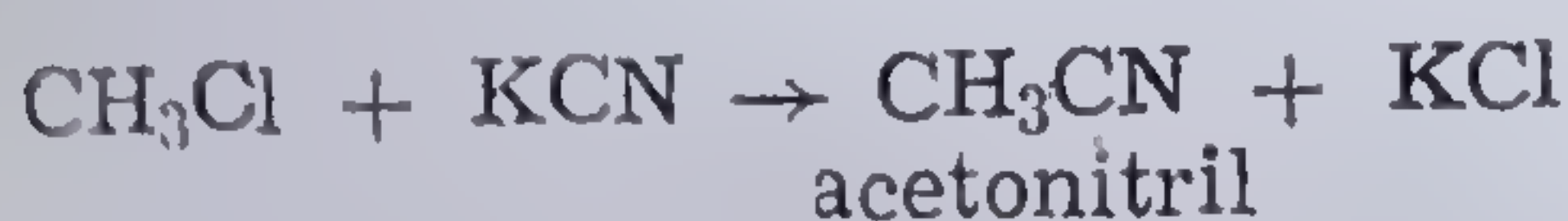
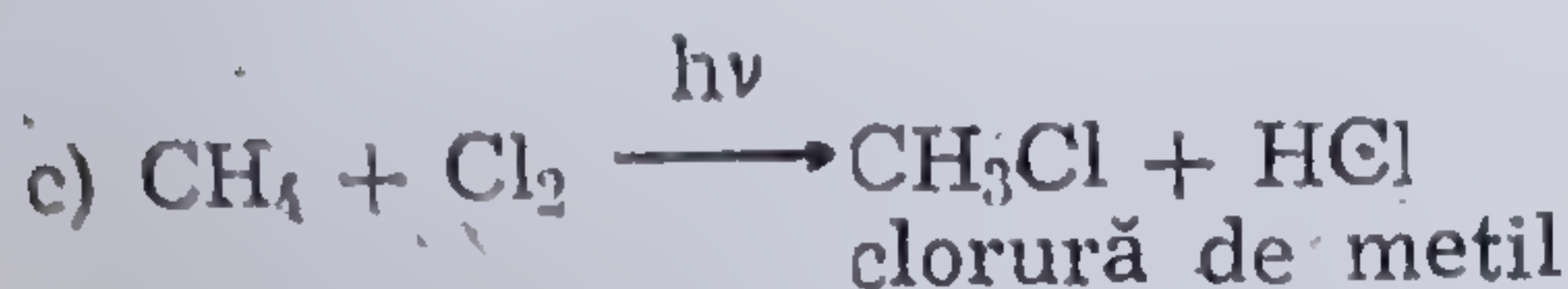
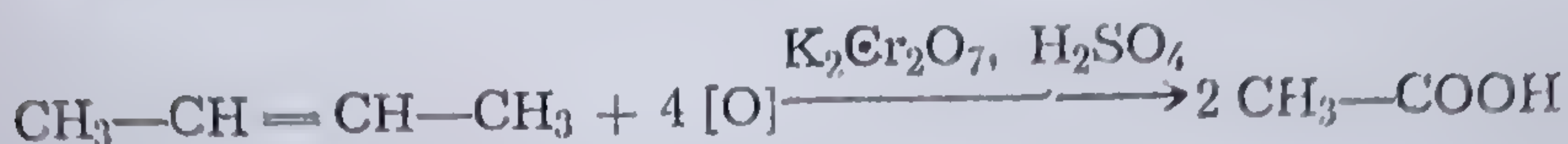
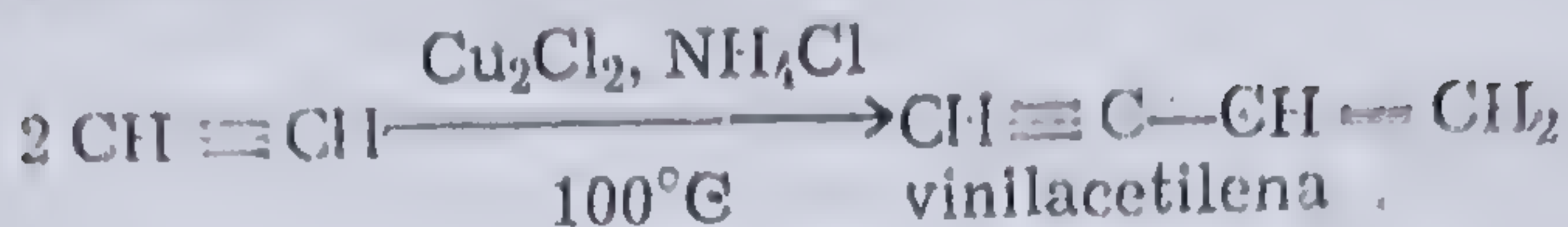
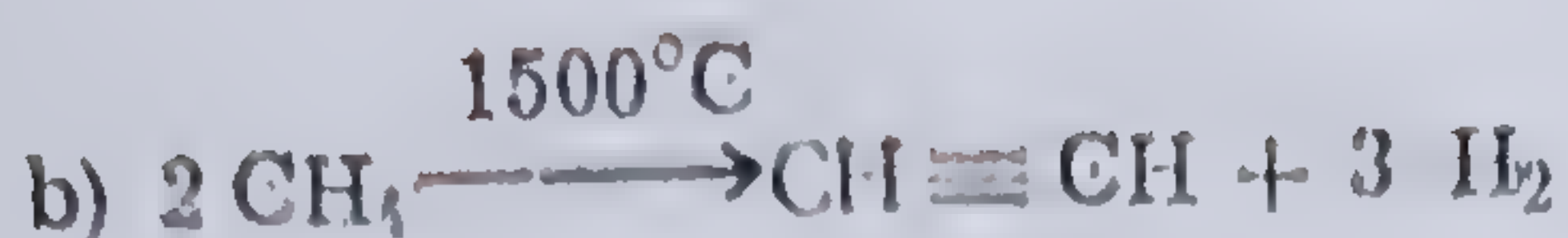
distrugerea structurii polizaharidice a celulozei se poate realiza fie prin hidroliză enzimatică cu celulaze microbiene, fie prin hidroliză chimică cu  $H_2SO_4$  diluat când rezultă glucoză ce poate fi fermentată.

Acidul acetic, un alt compus organic cu mare importanță practică și cu un rol metabolic esențial, poate fi sintetizat în laborator prin diferite procedee, dintre care redăm câteva :

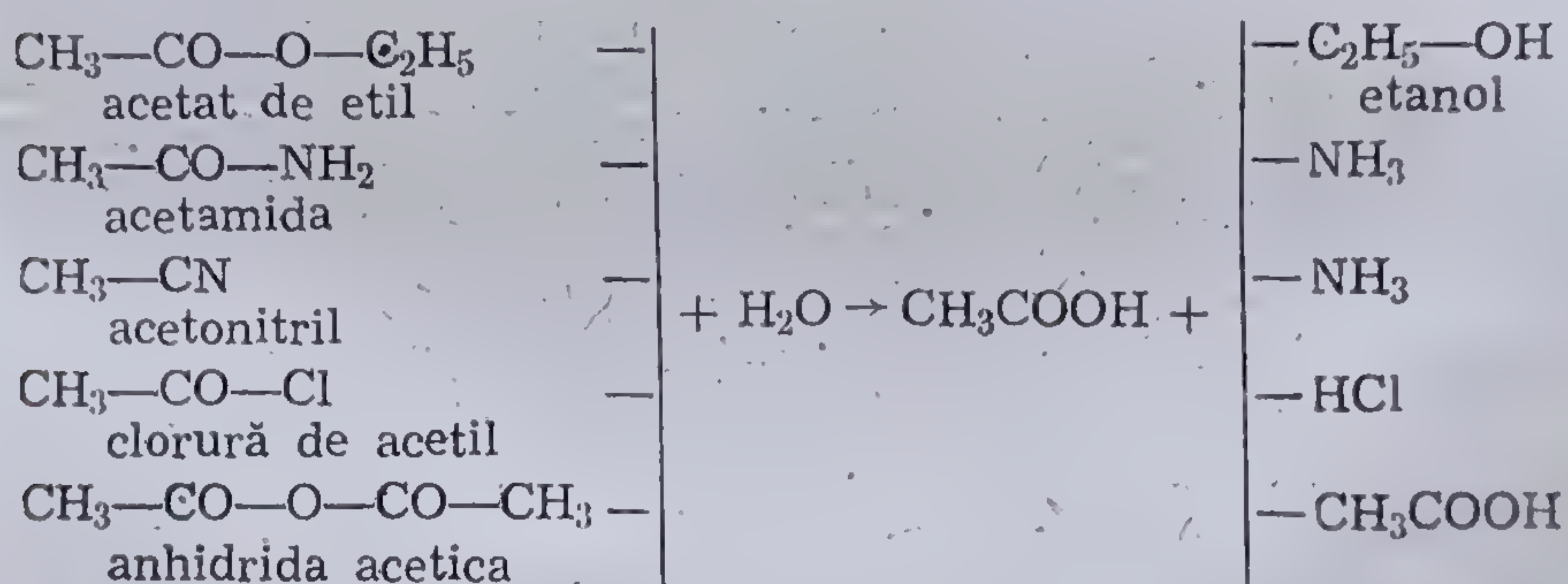


Această reacție oxidativă poate fi realizată fie cu oxigen molecular (autooxidare, proces fotochimic în lanțuit, accelerat de săruri ale Fe, Co, Cu, Ni), fie cu agenți oxidanți ( $K_2Cr_2O_7 + H_2SO_4$ ,  $KMnO_4 + H_2SO_4$ ). În industrie, oxidarea se realizează cu aer sau oxigen, la  $60^\circ C$ , în prezența acetatului de mangan, care este un catalizator și care descompune rapid acidul peracetic format ca intermediar.



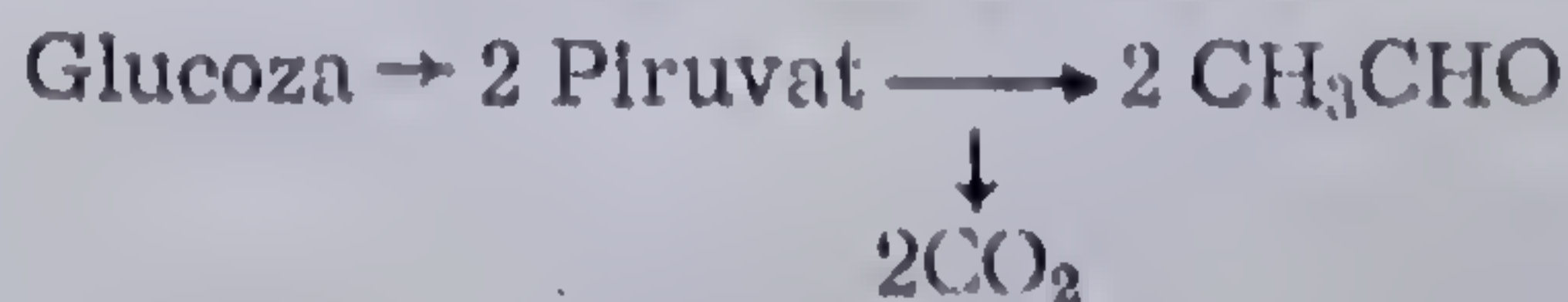


e) prin hidroliza derivaților funcționali ai acizilor carboxilici :



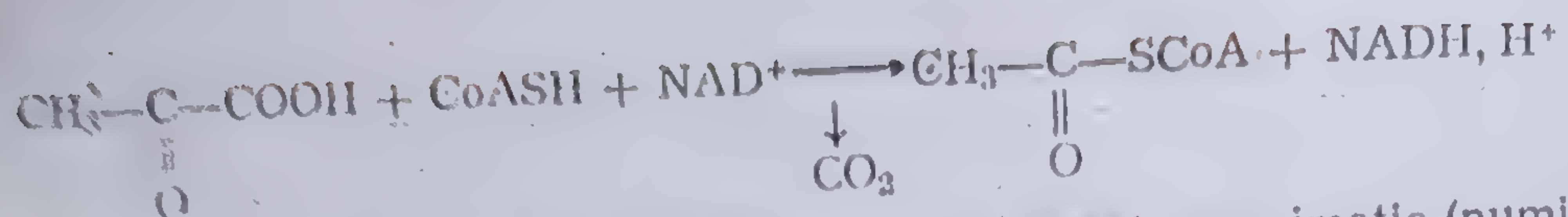
f) industrial, acidul acetic se obține prin distilarea uscată a lemnului (în lipsa aerului, la 1000°C) când se formează pe lângă cărbunele de lemn, o serie de produse gazoase (CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) și un amestec lichid care poartă numele impropriu de *acid pirolignos* (sau oțet de lemn) care conține și acidul acetic, care se separă prin extracție cu acetat de etil.

La organismele inferioare, acidul acetic se obține din procesele fermentative acetice, pornind de la glucoză sau de la etanol :



La organismele superioare, piruvatul suferă un proces de decarboxilare oxidativă :





care are loc în mitecondrii, este catalizat de un complex enzimatic (numit *piruvat dehidrogenază*) și care conduce la formarea acetatului activat (acetil coenzima A). În cursul acestor transformări intervine un metabolit numit coenzima A sau coenzima acetilării a cărei structură este prezentată în figura 6.

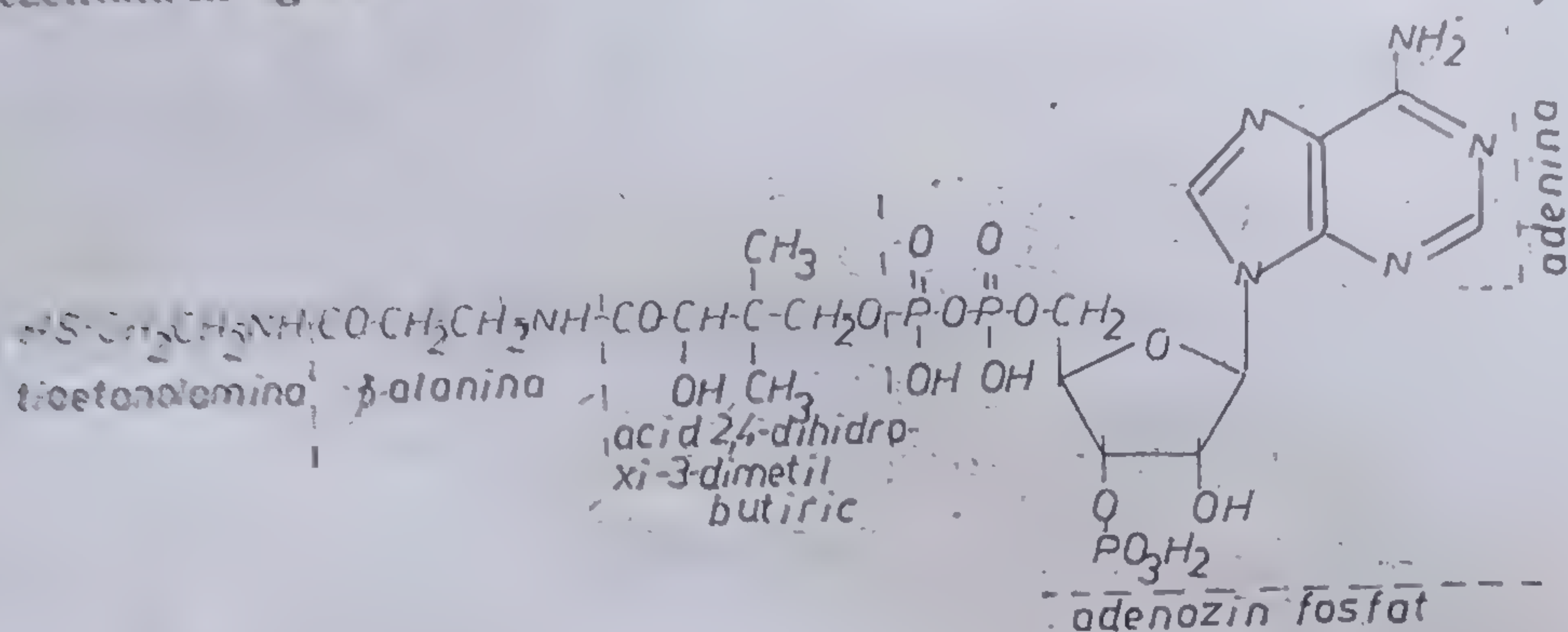
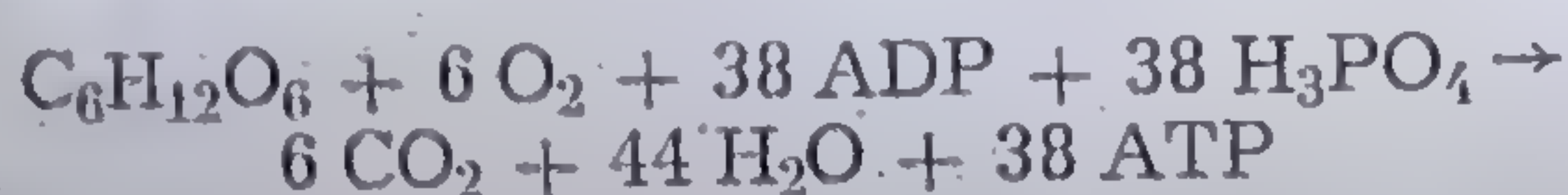


Fig. 6. — Structura coenzimei acetilării CoA—SH.

Acetil coenzima A poate fi oxidată total la  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  și energie în cadrul a două secvențe metabolice numite *ciclul Krebs* și *fosforilarea oxidativă* a căror reacție totală este :



În anumite condiții metabolice, acetil coenzima A participă la sinteza acizilor grași și a sterolilor.

Deci, din punct de vedere energetic oxidarea totală a glucozei la  $\text{CO}_2$  și  $\text{H}_2\text{O}$ , caracteristică organismelor superioare, este mai eficientă conducând la sinteza a 38 moli ATP, ceea ce corespunde la  $38 \times 7,3 = 277$  Kcal.

*Microorganismele strict anaerobe* (bacteriile din nămolul marin, bacteriile denitrifiante din sol, bacteriile producătoare de metan etc.) nu pot utiliza oxigenul și obțin energia din procesele fermentative :



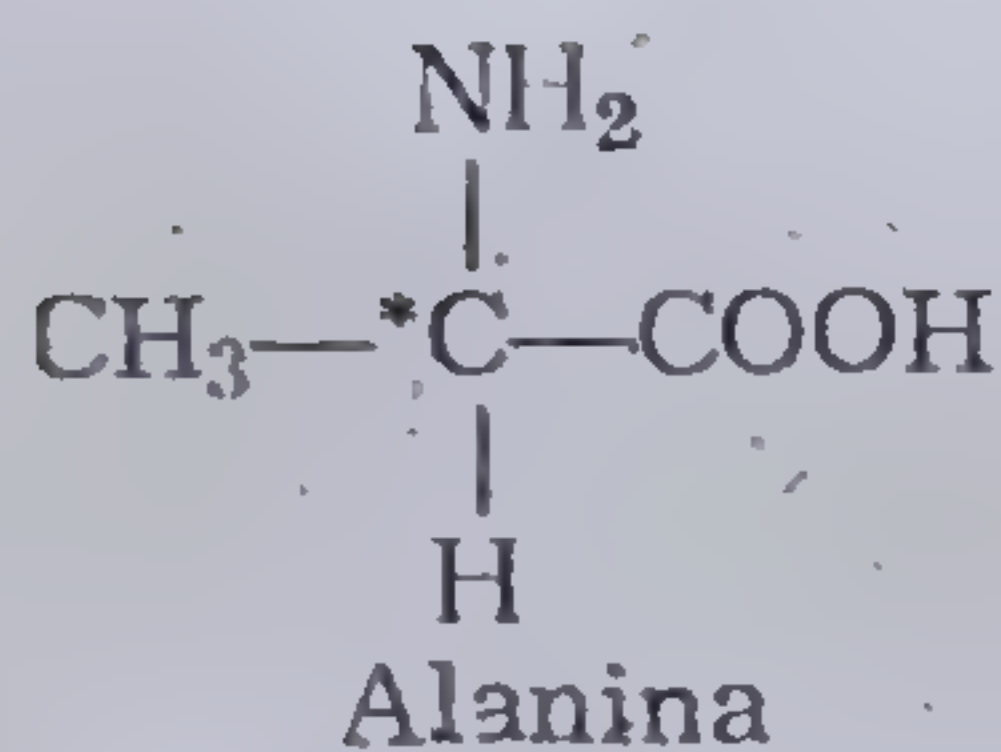
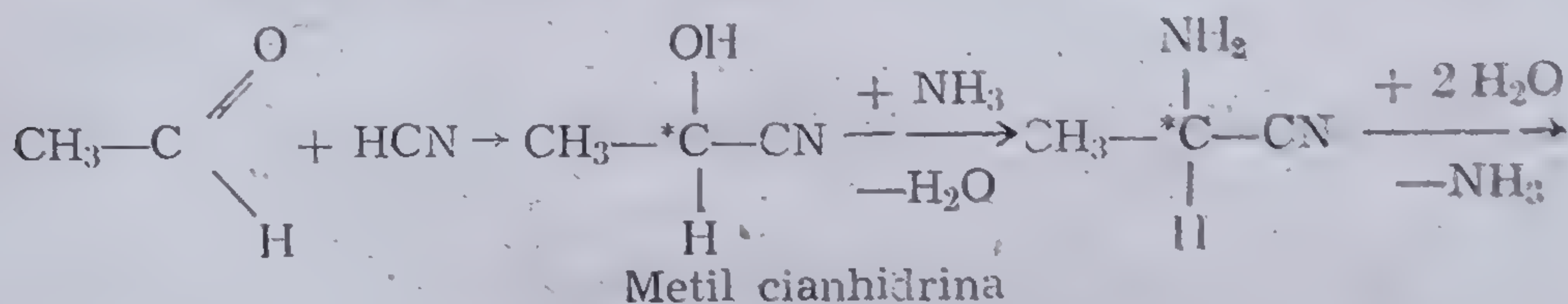
*Microorganismele facultativ anaerobe* pot trăi atât în absența cât și în prezența oxigenului. În condiții anaerobe ele își obțin energia prin degradarea substanțelor nutritive până la anumiți produși de fermentație iar în prezența oxigenului, are loc oxidarea lor totală la  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  și energie :





Prin urmare reacțiile pe care le suferă un compus diferă de la un organism la altul, în funcție de poziția sa pe scala evolutivă a viețuitoarelor.

Natura ne oferă un tablou exterm de variat și complex de transformări a unor substanțe organice, transformări care numai în puține cazuri au putut fi reproduse în laborator. Astfel numai dacă ne gândim că enzimele pot distinge grupări echivalente chimic realizăm faptul că omul nu a putut descifra și copia încă tainele laboratorului „viu”. Este bine cunoscut faptul că în urma unor sinteze chimice care conduc la formarea unui atom de carbon asimetric, cum este reacția de sinteză a aminoacizilor din aldehyde și HCN :



se obține de fapt un amestec racemic al celor doi enantiomeri, în timp ce în organismele vii, printr-alte secvențe de reacții, se sintetizează izomerii optici. În cel de al doilea caz, există enzime specifice care recunosc și catalizează transformarea unui singur izomer optic.

Grație dezvoltării impetuoase a biologiei moleculare, în ultimul timp se realizează sinteze chimice utilizând preparate enzimatiche care permit introducerea unor grupări în anumite poziții, fără a conduce la apariția unor izomeri care impurifică produsul obținut și care scad considerabil randamentul unei sinteze organice.



**PROBLEME DE MATEMATICĂ  
DATE LA EXAMENUL DE ADMITERE  
LA FACULTATEA DE BIOLOGIE — SESIUNEA 1986  
(SECȚIA BIOCHIMIE)**

Lector dr. ANETA MUJA  
Facultatea Biologie—Geologie—Geografie — București

1. Să se afle soluțiile reale ale sistemului

$$x\sqrt{y} = y^x, y\sqrt{x} = x^y$$

2. Să se determine polinoamele de gradul al doilea cu coeficienți reali care verifică egalitatea  $P(X^3) = [P(X)]^3$

3. Să se calculeze, pentru  $n \in \mathbb{N}, n \geq 1$ ,

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x^n - (\sin x)^n}{x^{n+2}}$$

4. Se consideră mulțimile

$$K = \left\{ A = \begin{pmatrix} a & 5b \\ b & a \end{pmatrix} \mid A \in M_2(\mathbb{Q}) \right\} \text{ și } L = \{ c + d\sqrt{5} \mid c, d \in \mathbb{Q} \}.$$

- 1) Să se arate că  $L$  este parte stabilă a lui  $\mathbb{R}$  în raport cu operațiile de adunare și înmulțire și  $K$  este parte stabilă a lui  $M_2(\mathbb{Q})$  în raport cu adunarea și înmulțirea.

- 2) Să se arate că mulțimile  $K$  și  $L$  formează corpuri în raport cu operațiile induse.

- 3) Să se stabilească un izomorfism de corpuri de la  $K$  la  $L$ .

5. Se consideră funcția  $f : \left(0, \frac{\pi}{2}\right) \rightarrow (0, \infty)$

$$f(x) = \int_0^x \frac{(\sin t + \cos t) \sin t}{\cos^2 t} dt$$

Să se calculeze integrala și să se arate că funcția  $f$  este bijectivă.

*Soluții*

1. Evident,  $x = y = 1$  este soluție a sistemului. Dacă  $x > 0, y > 0, x \neq 1, y \neq 1$  sistemul se scrie



$$\sqrt[n]{y} \lg x = x \lg y$$

$$y \lg x = \sqrt[n]{x} \lg y$$

de unde rezultă  $1 = \sqrt[n]{xy}$ , sau  $y = x^{-1}$ . Deci

$$x^{\frac{1}{\sqrt[n]{x}}} = x^{-x} \text{ adică } \frac{1}{\sqrt[n]{x}} + x = 1$$

Această ecuație nu are soluții reale. Singura soluție reală este  $x = y = 1$ .

$$2. P(X) = aX^2 + bX + c, \quad P(X^3) = aX^6 + bX^3 + c. \text{ Din condiția } aX^6 + bX^3 + c = aX^2 + bX + c^3$$

rezultă  $P(X) = X^2$ ,

$$P(X) = -X^2.$$

3. Fie

$$f_n(x) = \frac{x^n - (\sin x)^n}{x^{n+2}}$$

Avem

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow 0} f_n(x) &= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \left(\frac{\sin x}{x}\right)^n}{x^2} = \\ &= \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \frac{\sin x}{x}}{x^2} \lim_{x \rightarrow 0} \left(1 + \frac{\sin x}{n} + \left(\frac{\sin x}{x}\right)^2 + \dots + \left(\frac{\sin x}{x}\right)^{n-1}\right) \end{aligned}$$

Deoarece  $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$ , rezultă

$$\begin{aligned} \lim_{x \rightarrow 0} f_n(x) &= n \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \frac{\sin x}{x}}{x^2} = n \lim_{x \rightarrow 0} \frac{x - \sin x}{x^3} = \\ &= n \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1 - \cos x}{3x^2} = n \lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{6x} = \frac{n}{6}. \end{aligned}$$

4. 1)  $L = Q(\sqrt[5]{5})$  Dacă  $u, v \in Q(\sqrt[5]{5})$ ,  $u = a + b\sqrt[5]{5}$ ,  $v = c + d\sqrt[5]{5}$ ,  $a, b, c, d \in Q$ , atunci  $u + v \in L$ ,  $uv \in L$  deci  $L$  este parte stabilă a mulțimii  $R$  în raport cu operațiile de adunare și înmulțire.

Fie  $A, B \in K$

$$A = \begin{pmatrix} a & 5b \\ b & a \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} c & 5d \\ d & c \end{pmatrix}$$

$$\text{Avem } A + B = \begin{pmatrix} a + c & 5(b + d) \\ b + d & a + c \end{pmatrix} \in K$$



și

$$AB = \begin{pmatrix} a & 5b \\ b & a \end{pmatrix} \begin{pmatrix} d & c \\ c & 5d \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} ac + 5bd & 5ad + bc \\ ad + bc & ac + 5bd \end{pmatrix} \in K$$

Deci  $K$  este parte stabilă a lui  $M_2(Q)$  în raport cu adunarea și înmulțirea.

2) Se observă că

$$0 = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \in K, E = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \in K, -A = \begin{pmatrix} -a & -5b \\ -b & -a \end{pmatrix} \in K$$

Operațiile induse satisfac așadar, axiomele inelului.

Fie  $A \in K, A \neq 0, A = \begin{pmatrix} a & 5b \\ b & a \end{pmatrix}$ . Deoarece  $A \neq 0$  avem  $a \neq 0$ , sau  $b \neq 0$ . Rezultă  $a^2 - 5b^2 \neq 0$ .

$$\text{Fie } A' = \begin{pmatrix} \frac{a}{a^2 - 5b^2} & \frac{-5b}{a^2 - 5b^2} \\ \frac{-b}{a^2 - 5b^2} & \frac{a}{a^2 - 5b^2} \end{pmatrix}$$

Se verifică egalitatea  $AA' = A'A = E$ , deci  $A$  este inversabilă și  $A^{-1} = A'$ . Așadar,  $K$  este corp.

În ce privește mulțimea  $L$ , observînd că  $0 = 0 + 0\sqrt{5}$ ,  $1 = 1 + 0\sqrt{5} \in L$ , se deduce imediat că  $L$  este inel comutativ în raport cu operațiile induse. Pentru a arăta că  $L$  este corp este necesar să demonstrăm că pentru orice  $v \in L, v \neq 0, v = c + d\sqrt{5}, v \neq 0$ , există  $v' \in L$  aî  $vv' = 1$ . Dacă  $v \neq 0$  atunci  $c \neq 0$  sau  $d \neq 0$ . Rezultă  $c^2 - 5d^2 \neq 0$ . Fie

$$v' = \frac{c}{c^2 - 5d^2} - \frac{d}{c^2 - 5d^2} \sqrt{5} \in L$$

Avem  $vv' = 1$ . Deci  $L$  formează corp în raport cu operațiile induse.

*Observație.* Se cunoaște că dacă  $m$  este un întreg liber de pătrate și  $Q(\sqrt{m}) = \{c + d\sqrt{m} \mid c, d \in Q\}$ , atunci  $Q(\sqrt{m})$  este corp (de numere pătratice).

3) Fie  $u \in L, u = a + b\sqrt{5}, a, b \in Q$ . Definim

$$f(u) = \begin{pmatrix} a & 5b \\ b & a \end{pmatrix} \in K$$

Dacă  $v \in L, v = c + d\sqrt{5}, c, d \in Q$  atunci  $u + v = (a + c) + (b + d)\sqrt{5}$ ,  $uv = (ac + 5bd) + (ad + bc)\sqrt{5}$ , deci

$$f(u + v) = \begin{pmatrix} a + c & 5(b + d) \\ b + d & a + c \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & 5b \\ b & a \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} c & 5d \\ d & c \end{pmatrix} = f(u) + f(v)$$

$$f(uv) = \begin{pmatrix} ac + 5bd & 5(ad + bc) \\ ad + bc & ac + 5bd \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a & 5b \\ b & a \end{pmatrix} \begin{pmatrix} c & 5d \\ d & c \end{pmatrix} = f(u)f(v)$$

Se mai observă că  $f$  este aplicație bijectivă, deci  $f$  este izomorfism.



$$f(x) = \int_0^x \frac{1 - \cos^2 t + \sin t \cos t}{\cos^2 t} dt = \int_0^x \frac{1}{\cos^2 t} dt - \int_0^x dt + \int_0^x \frac{\sin t}{\cos t} dt =$$

$$= (\operatorname{tg} t - t - \ln|\cos t|) \Big|_0^x,$$

deci

$$f(x) = \operatorname{tg} x - x - \ln(\cos x), \quad x \in \left(0, \frac{\pi}{2}\right)$$

Funcția  $f$  este strict monotonă și surjectivă, deci este bijectivă.



**SUBIECTELE DE FIZICĂ  
DATE LA FACULTĂȚILE CU PROFIL MEDICAL  
ÎN SESIUNEA DE ADMITERE 1986**

Lector dr. D.-G. MĂRGINEANU  
Facultatea Biologie—Geologie—Geografie — București

1. Să se scrie, indicând semnificația fizică a mărimilor :
- a) Ecuația Poisson (ecuația transformării adiabatică);
  - b) Legea lui Ohm pentru un circuit RLC paralel în curent alternativ;
  - c) Expresiile pentru intensitatea luminoasă și iluminare și unitățile de măsură.

**Răspuns**

a) Între presiunea  $p$  și volumul  $V$  ale unui gaz ideal supus unei transformări prin care nu schimbă căldură cu exteriorul (transformare adiabatică) este relația :

$$p \cdot V^\gamma = \text{constant}$$

În această ecuație, stabilită de Poisson, mărimea  $\gamma$  este definită drept raport al căldurilor molare izobară ( $C_p$ ) și izocoră ( $C_v$ ) :

Acest coeficient se numește exponent adiabatic.

$$\gamma = C_p / C_v$$

Ținând seama de ecuația de stare a gazelor ideale :  $p \cdot V = \nu RT$  (în care  $\nu$  este numărul de moli,  $R = 8310 \text{ J/kmol} \cdot \text{K}$  este constanta molară a gazelor, iar  $T$  este temperatura), ecuația transformării adiabatică poate fi scrisă și sub forma :

$$T \cdot V^{\gamma-1} = \text{constant},$$

precum și :

$$T^\gamma \cdot p^{1-\gamma} = \text{constant}.$$

b) Dacă notăm cu  $I$  și  $U$  valorile efective ale curentului și tensiunii, legea lui Ohm pentru un circuit constând dintr-o rezistență  $R$ , o inducțanță  $L$  și o capacitate  $C$ , conectate în paralel, se scrie :

$$I = U/Z,$$

$Z$  fiind impedanța circuitului. Aceasta are expresia :

$$Z = 1 / \sqrt{\frac{1}{R^2} + \left( \frac{1}{\omega L} - \omega C \right)^2}$$



unde  $\omega$  este pulsația curentului alternativ, iar  $\omega L = X_L$  și  $(1/\omega C) = X_C$ ,  
sînt reactanțele inductivă și, respectiv, capacitivă ale circuitului.

c) Intensitatea luminoasă,  $I$ , este mărimea fundamentală în fotometrie. Pentru o sursă punctiformă, ea este egală cu fluxul luminos  $\Phi$  emis în unitatea de unghi solid ( $\Omega$ ):

$$I = \Delta\Phi / \Delta\Omega$$

Unitatea de măsură în SI este candela (cd): 1 cd este intensitatea luminoasă în direcția normalei a unei suprafețe de  $1/600.000 \text{ m}^2$  a unui corp negru aflat la temperatura de solidificare a platinei, la presiunea de  $101.325 \text{ N/m}^2$ .

Iluminarea,  $E$ , este definită drept fluxul luminos ce cade normal pe o unitate de suprafață:

$$E = \Delta\Phi / \Delta A = I / r^2,$$

unde  $A$  este aria suprafeței iluminate, iar  $r$  este distanța de la sursa luminoasă la suprafața iluminată. În SI, unitatea de măsură a iluminării este lux-ul: 1 lx este iluminarea unei suprafețe de  $1 \text{ m}^2$  care primește în mod uniform un flux luminos de 1 lumen.

2. Să se deducă:

- Expresia efortului unitar exercitat de o bară încălzită și fixată la ambele capete;
- Expresia forței Lorentz;
- Legătura dintre masă și energie.

#### Răspuns

a) Dacă este liberă să se dilate, o bară de lungime  $l_0$ , încălzită pe un interval de temperatură  $\Delta T$ , se alungește cu:

$$\Delta l = l_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T,$$

unde  $\alpha$  este coeficientul de dilatare liniară al materialului barei. Bara fiind fixată la capete, această alungire nu se poate produce datorită forțelor de reacțiune ale corpurilor cu care este în contact. Efectul acestor forțe echivalează cu o scurtare de tip elastic cu  $\Delta l$ .

Conform legii lui Hooke, relația dintre forța  $F$  și  $\Delta l$  pe care îl produce este:

$$F = E \cdot S \cdot \Delta l / l_0,$$

unde  $S$  este aria secțiunii transversale a barei iar  $E$  este modulul de elasticitate al materialului. În mod evident, forțele de reacțiune ale corpurilor înconjurătoare sînt egale în modul cu forțele cu care apasă asupra acestora bara care se dilată.

Apăsarea exercitată pe unitatea de suprafață transversală, avînd dimensiuni de presiune, se numește efort unitar și are deci expresia

$$\sigma = \frac{F}{S} = E \frac{\Delta l}{l_0} = E \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Valorile efortului unitar în cazul materialelor de construcție sînt foarte mari (datorită proporționalității cu  $E$ ), ceea ce implică precauții



speciale privind posibilele efecte distructive ale fenomenelor de dilatare.

b) Urmărindu-se pe cale experimentală mișcarea sarcinilor electrice în cîmpuri magnetice, se ajunge la concluzia că aceste cîmpuri exercită asupra purtătorilor de sarcină ce se deplasează pe orice direcție, în afară de aceea paralelă cu cîmpul, forțe, numite forțe Lorentz. Forța electromagnetică :

$$F = I \cdot B \cdot l \cdot \sin \alpha$$

ce se manifestă asupra unui conductor de lungime  $l$ , străbătut de un curent de intensitate  $I$  și aflat într-un cîmp magnetic de inducție  $B$  care face unghiul  $\alpha$  cu direcția lui  $l$ , reprezintă totalitatea forțelor Lorentz ( $f_e$ ) exercitate de cîmpul magnetic asupra celor  $n$  purtători elementari de sarcină ce trec prin respectivul conductor în timpul  $t$  :  $F = n f_e$ . Ținînd seama de aceasta și notînd cu  $e$  sarcina fiecărui purtător elementar, putem calcula :

$$f_e = (I \cdot B \cdot l \cdot \sin \alpha) / n = \frac{n \cdot e}{t} \cdot \frac{B \cdot l}{n} \cdot \sin \alpha = e \cdot \frac{l}{t} \cdot B \sin \alpha$$

$$= e \cdot v \cdot B \cdot \sin \alpha$$

Pentru o particulă cu sarcina  $q$  și cu viteza  $v$ , care se deplasează sub un unghi  $\alpha$  într-un cîmp magnetic de inducție  $B$ , forța Lorentz este :  $f = q \cdot v \cdot B \sin \alpha$ , sau în notație vectorială :  $\vec{f} = q \vec{v} \times \vec{B}$ .

Această forță este orientată perpendicular pe planul vectorilor  $\vec{v}$  și  $\vec{B}$ , avînd sensul dat de regula mîinii stîngi. Așezînd mîna stîngă paralel cu viteza  $v$  și în același sens cu aceasta, dacă particula are sarcină (+), sau în sens contrar, dacă are sarcină (—), astfel încît inducția  $\vec{B}$  să „între“ în palmă, degetul mare va indica sensul forței Lorentz.

c) În cadrul dinamicii relativiste, masa  $m$  a unui corp aflat în mișcare cu viteza  $v$ , diferă de masa sa  $m_0$  în repaus, fiind :

$$m = m_0 / \sqrt{1 - v^2/c^2}$$

unde  $c$  este viteza luminii în vid, față de care orice viteză  $v$  este mai mică. În domeniul mișcărilor macroscopice obișnuite (ne-cosmice), orice viteză este chiar mult mai mică decît  $c$ . De aceea se pot neglija termenii care conțin  $(v/c)^4$ , fiind nesemnificativ de mici. Pornind de la expresia anterioară a masei, putem scrie :

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{\left(1 - \frac{v^2}{2c^2}\right)^2 - \frac{v^4}{4c^4}}} \approx \frac{m_0}{1 - \frac{v^2}{2c^2}}$$

$$= \frac{m_0(1 + v^2/2c^2)}{1 - \frac{v^4}{4c^4}} \approx m_0 \left(1 + \frac{v^2}{2c^2}\right)$$



Deci :  $m - m_0 = \frac{1}{c^2} \left( \frac{m_0 v^2}{2} \right)$ , cantitatea din paranteză fiind energia cinetică newtoniană. Aceasta sugerează să se considere în general :

$$m - m_0 = \frac{W_{\text{cinetică}}}{c^2} \text{ sau : } W_{\text{cinetică}} = m \cdot c^2 - m_0 \cdot c^2$$

Dat fiind faptul că energia cinetică a unui corp este, prin definiție, diferența dintre energia sa în mișcare și în repaus, A. Einstein a interpretat relația de mai sus în sensul că energia totală a unui corp este :

$$W = m \cdot c^2 \text{ (în repaus fiind : } W_0 = m_0 \cdot c^2 \text{)}.$$

întotdeauna unei variații a masei  $\Delta m$  corespunzându-i o variație de energie :

$$\Delta W = \Delta m \cdot c^2$$

Aceste relații, ca de altfel întreaga dinamică relativistă, sint esențiale pentru descrierea fenomenelor din fizica atomică și nucleară, căci particulele subatomice se mișcă cu viteze foarte mari, astfel încât  $m$  diferă în mod apreciabil de  $m_0$ .

3. Să se trateze subiectul : Relațiile fundamentale ale dioptrului sferic (inclusiv focarele dioptrului sferic).

### Răspuns

O suprafață sferică ce separă două medii transparente cu indici de refracție diferiți  $n_1$  și  $n_2$ , constituie un dioptru sferic. Imaginea în mediul cu indicele  $n_2$  a unui punct luminos  $P$ , aflat în mediul cu indicele  $n_1$ , o obținem la intersecția a două raze ce pornesc din  $P$  și se refractă de suprafața dioptrului (fig. 1).

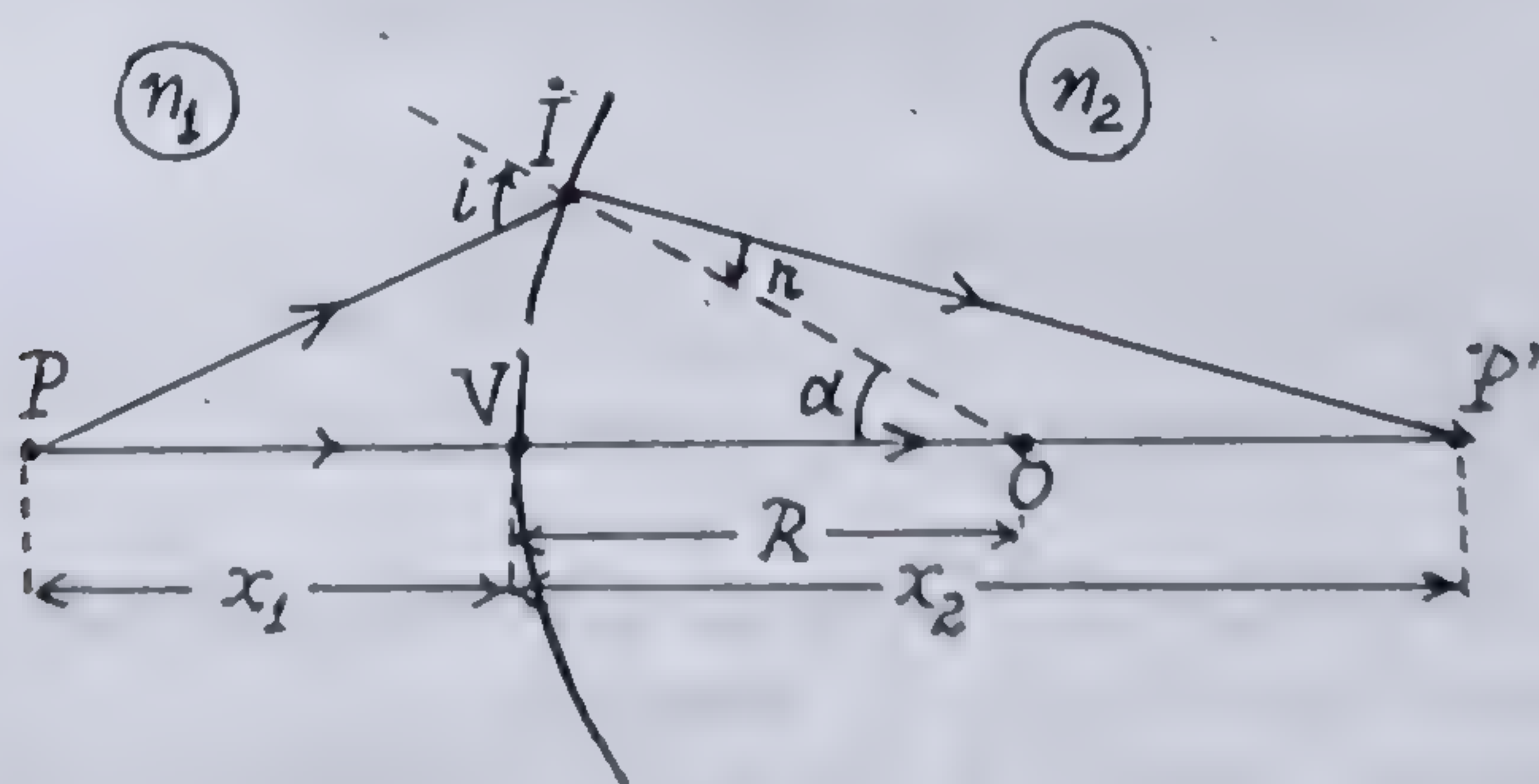


Fig. 1.

Pentru a obține o relație între distanțele  $x_1$ ,  $x_2$  ale lui  $P$  și  $P'$  pînă la virful  $V$  al dioptrului, raza de curbură a acestuia și indicii de refracție, aplicăm teorema sinusurilor în triunghiurile  $PIO$  și  $P'IO$  :

$$\frac{PI}{\sin \alpha} = \frac{PO}{\sin(\pi - i)} \Rightarrow \frac{PO}{PI} = \frac{\sin i}{\sin \alpha}$$



$$\frac{P'I}{\sin(\pi - \alpha)} = \frac{P'O}{\sin r} \Rightarrow \frac{P'I}{P'O} = \frac{\sin \alpha}{\sin r}$$

Înmulțind aceste două relații și ținând seama de legea refracției :

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_2}{n_1}, \text{ obținem : } \frac{PO}{PI} \times \frac{P'I}{P'O} = \frac{n_2}{n_1}$$

Cu notațiile din fig. 1 și aplicând aproximațiile lui Gauss, avem :  
 $PI \approx -x_1$  (semnul (—) indicând situarea lui  $x_1$  în stînga vîrfului dioptrului, considerat ca origine a sistemului de coordonate)  $P'I \approx x_2$ ,  
 $PO = -x + R$ ,  $P'O = x_2 - R$ , Deci :

$$\frac{-x + R}{-x_1} \cdot \frac{x_2}{x_2 - R} = \frac{n_2}{n_1}$$

După operații algebrice simple, relația de mai sus apare :

$$\frac{n_2}{x_2} - \frac{n_1}{x_1} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$

Această expresie constituie prima relație fundamentală a dioptrului sferic sau relația punctelor conjugate.

O a doua relație fundamentală a dioptrului sferic exprimă corelația între dimensiunea unui obiect ( $y_1$ ) și aceea a imaginii sale ( $y_2$ ) dată de dioptru. Mărirea transversală  $\beta \equiv \frac{y_2}{y_1}$  poate fi exprimată prin :

$$\beta = \frac{x_2}{x_1} \times \frac{n_1}{n_2}$$

Pe baza primei relații a dioptrului sferic se pot exprima cele două distanțe focale, imagine și obiect. Acestea sînt definite drept valoarea lui  $x_2$  cînd razele vin paralel cu axul optic principal, deci cînd  $x_1 \rightarrow \infty$  și, respectiv, valoarea lui  $x_1$  cînd razele ies paralel cu axul optic principal ( $x_2 \rightarrow \infty$ ) :

$$f_2 \equiv (x_2)_{x_1 \rightarrow \infty} = \frac{n_2 R}{n_2 - n_1}$$

$$f_1 \equiv (x_1)_{x_2 \rightarrow \infty} = - \frac{n_1 R}{n_2 - n_1}$$

Distanța focală imagine  $f_2$  diferă de distanța focală obiect  $f_1$  datorită valorilor diferite ale indicilor de refracție.

Împărțind ambii membri ai primei relații fundamentale cu  $(n_2 - n_1) R$ ,

$$\text{avem : } \frac{1}{x_2} \cdot \frac{n_2 R}{n_2 - n_1} + \frac{1}{x_1} \cdot \left( - \frac{n_1 R}{n_2 - n_1} \right) = 1,$$

adică :

$$\frac{f_2}{x_2} + \frac{f_1}{x_1} = 1,$$



Focarele sînt mărimi mult mai ușor de determinat experimental, față de raza de curbură și de indicii de refracție, de aceea sînt mult utilizate relațiile precedente.

4. Un motor termic, avînd ca substanță de lucru un gaz ideal, funcționează după un ciclu ca cel din figură, în care transformarea  $2 \rightarrow 3$  este izotermă.

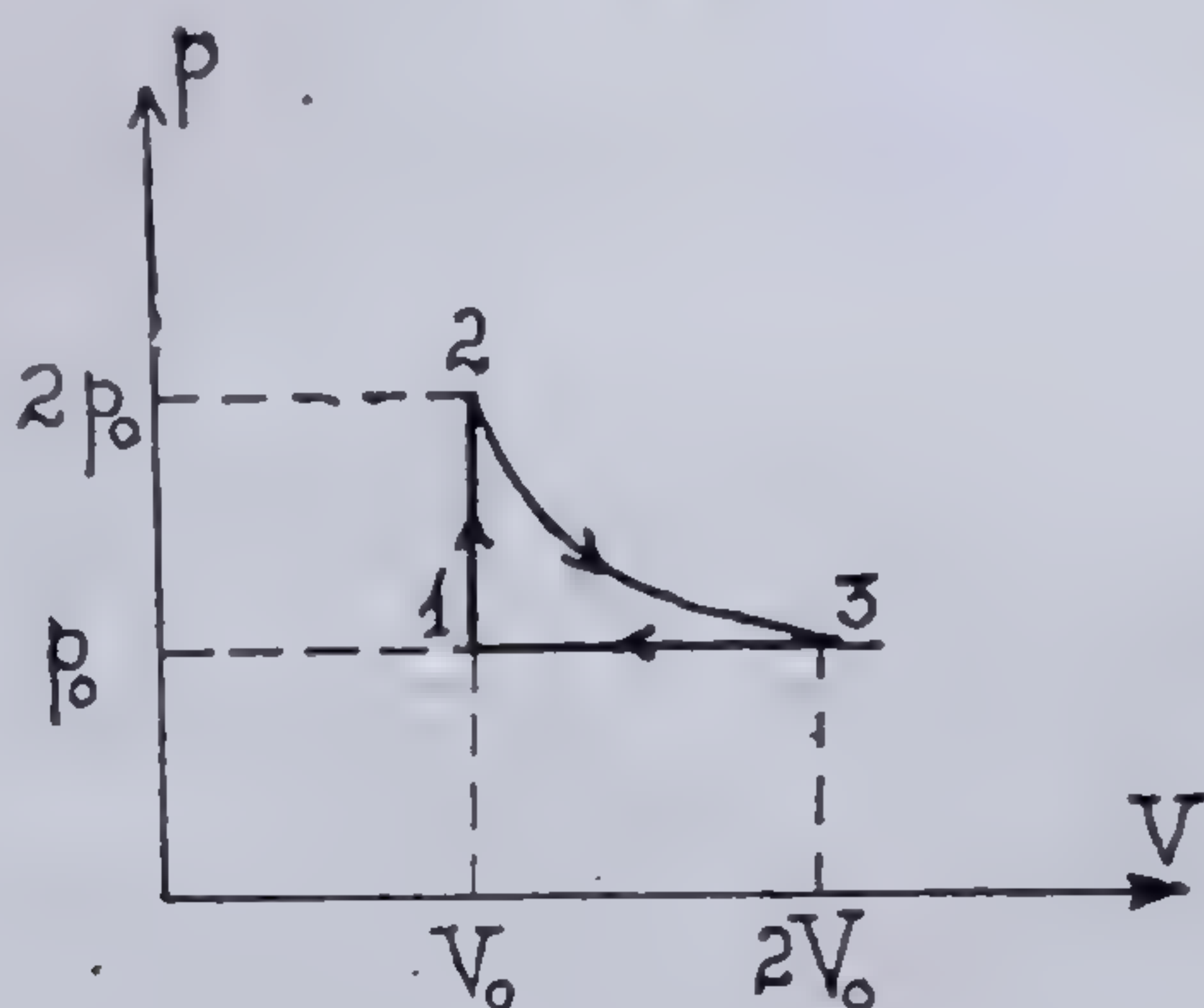


Fig. 2.

În starea inițială gazul ideal ocupă volumul  $V_0 = 2 \text{ dm}^3$ , la presiunea  $p_0 = 10^5 \text{ N/m}^2$ . Să se determine:

- Lucrul mecanic, căldura și variația energiei interne în fiecare din transformările  $1 \rightarrow 2$ ,  $2 \rightarrow 3$  și  $3 \rightarrow 1$ ;
- Randamentul ciclului;
- Randamentul ciclului Carnot care ar lucra între temperaturile extreme ale ciclului din figură.

Se dau : căldura molară  $C_V = \frac{5}{2} R$  ;  $\ln 2 = 0,693$ .

### Rezolvare

a) În transformarea izocoră  $1 \rightarrow 2$  nu se efectuează lucru mecanic.  $L_{12} = 0$ , deoarece pistonul nu se deplasează. În această transformare temperatura gazului ideal se modifică de la valoarea  $T_1$ , corespunzătoare stării 1, la valoarea  $T_2$ , în starea 2, astfel încît :

$$\frac{p_1}{T_1} = \frac{p_2}{T_2} \text{ adică : } T_1 = T_2 \times \frac{p_2}{p_1} = 2T_1$$

deoarece conform notației din fig. 2 :  $p_1 = p_0$  și  $p_2 = 2p_0$ .

Crescînd temperatura, înseamnă că sistemul primește o cantitate de căldură :

$$Q_{12} = \nu C_V (T_2 - T_1) = \nu C_V T_1 = \frac{5}{2} \nu RT_1$$

Conform ecuației de stare corespunzătoare stării 1 :

$$p_0 V_0 = \nu RT_1 = 200 \text{ J, deci : } Q_{12} = 500 \text{ J.}$$



Variația energiei interne în transformarea  $1 \rightarrow 2$  este :

$$\Delta U_{12} = Q_{12} - L_{12} = Q_{12} = 500 \text{ J.}$$

În transformarea izotermă  $2 \rightarrow 3$ , sistemul efectuează un lucru mecanic :

$$L_{23} = \nu RT_2 \ln \frac{V_3}{V_2} = \nu RT_2 \ln \frac{p_2}{p_3}$$

Conform notației din fig. 2 :  $p_2 = 2p_0$ ,  $p_3 = p_0$ , deci :  $V_3 = 2V_2 = 2V_0$ .  
Din ecuația de stare scrisă pentru starea 2 :

$$(2p_0)V_0 = \nu RT_2,$$

rezultă :

$$\nu RT_2 = 400 \text{ J, deci : } L_{23} = 400 \ln 2 = 277,2 \text{ J.}$$

Deoarece energia internă  $U$  a gazului ideal depinde numai de cantitatea de gaz (numărul de moli) și de temperatură, în transformările izoterme  $U$  nu variază. Deci :  $\Delta U_{23} = 0$ . Conform principiului I al termodinamicii :  $Q_{23} = \Delta U_{23} + L_{23} = L_{23} = 277,2 \text{ J.}$

În transformarea izobară  $3 \rightarrow 1$ , sistemul primește un lucru mecanic :  $L_{31} = p_0 (V_1 - V_3)$ . Din ecuația transformării izoterme :  $p_2 V_2 = p_3 V_3$ , rezultă :

Deci :  $L_{31} = p_0 (V_0 - 2V_0) = -p_0 V_0 = -200 \text{ J.}$  Conform convenției, acest lucru mecanic apare cu semnul (—) deoarece este primit de către sistem.

În această transformare temperatura gazului scade de la valoarea  $T_3 = T_2 = 2T_1$ , la valoarea  $T_1$ , sistemul cedînd în exterior o cantitate de căldură :  $Q_{31} = \nu C_p (T_1 - T_3) = -\nu C_p T_1$ . Conform relației lui J. R. Mayer :

$$C_p = C_v + R = \frac{7}{2} R, \text{ deci : } Q_{31} = -\frac{7}{2} \nu RT = -700 \text{ J.}$$

Variația energiei interne în transformarea  $3 \rightarrow 1$  este :

$$\Delta U_{31} = Q_{31} - L_{31} = -500 \text{ J}$$

Observație : Deoarece energia internă este funcție de stare, prin parcurgerea întregului ciclu se revine la valoarea inițială a energiei, căci :  $\Delta U_{12} + \Delta U_{23} + \Delta U_{31} = 500 + 0 + (-500) = 0$ .

b) Prin definiție, randamentul este :

$$\eta = L_{\text{efectuat}} / Q_{\text{primită}} = (Q_{\text{primită}} - Q_{\text{cedat}}) / Q_{\text{cedat}},$$

deci pentru ciclul considerat :

$$\eta = \frac{L_{23} + L_{31}}{Q_{12} + Q_{23}} = \frac{77,2}{777,2} = 9,99\%$$

c) Pentru ciclul din figură temperaturile extreme sînt :  $T_{\min} = T_1$  și  $T_{\max} = T_2 = T_3 = 2T_1$ . Randamentul ciclului Carnot corespunzător acestora este :

$$\eta_c = 1 - T_{\min} / T_{\max} = 1 - 1/2 = 50\%$$

5. Un condensator plan cu aer, care are permitivitatea relativă  $\epsilon_{r1} = 1$ , are distanța dintre armături  $d = 2 \text{ cm}$  și se încarcă la tensiune-



nea  $U = 20$  kV, după care se deconectează de la sursă. Se introduce între armăturile condensatorului, lipită de una din plăci, o lamă de sticlă plan-paralelă de grosime  $d/2$ , cu permitivitatea relativă  $\epsilon_{r2} = 4$ . Tensiunea măsurată la bornele condensatorului devine  $U_1$ . Se scoate placa de sticlă și se umple jumătate din condensator tot cu sticlă, astfel că limita de separare aer/sticlă să fie perpendiculară pe armăturile condensatorului. Tensiunea măsurată la bornele condensatorului devine  $U_2$ . Să se calculeze : a) tensiunea  $U_1$  și  $U_2$  ; b) raportul capacităților  $C_1/C_2$  în cele două cazuri și să se comenteze rezultatul ; c) intensitățile câmpului electric în aer și în sticlă în ambele cazuri.

### Rezolvare

a) Introducerea sticlei pe jumătate din grosimea stratului de aer dintre armăturile condensatorului face ca acesta să se comporte ca și cum ar fi două condensatoare legate în serie (fig. 3). Notînd cu  $C_1'$  și  $C_1''$  capacitățile celor două condensatoare fictive, ansamblul lor are capacitatea  $C_1 = C_1' \cdot C_1'' / (C_1' + C_1'')$

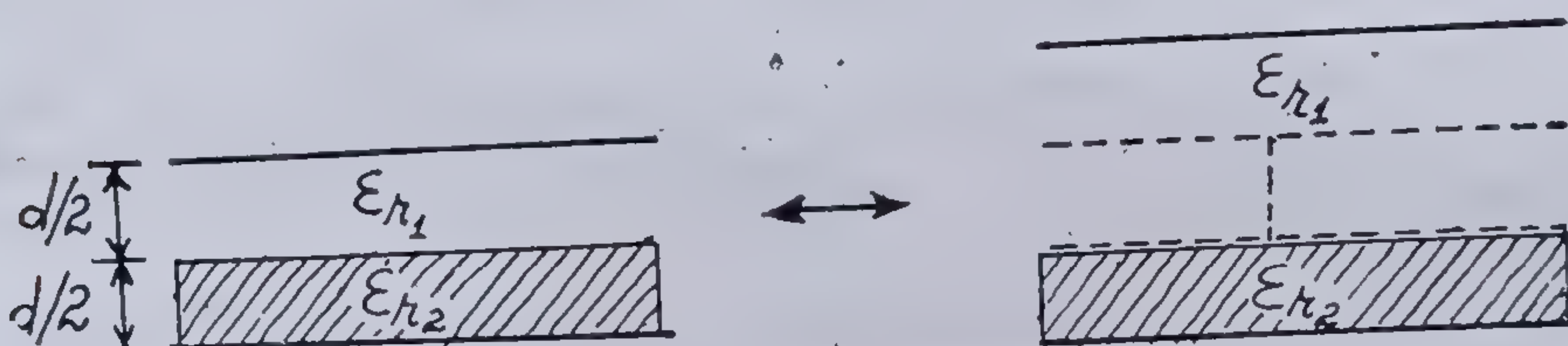


Fig. 3.

Notînd cu  $S$  aria armăturilor,  $\epsilon_0$  permitivitatea dielectrică a vidului și cu  $C_0$  capacitatea inițială a condensatorului cu aer, avem :

$$C_0 = \epsilon_{r1} \epsilon_0 S / d ; C_1' = \epsilon_{r1} \epsilon_0 S / (d/2) ; C_1'' = \epsilon_{r2} \epsilon_0 S / (d/2), \text{ astfel că : } C_1 = 1,6 \cdot C_0.$$

La tensiunea  $U$ , condensatorul cu capacitatea  $C_0$  se încarcă cu o sarcină electrică  $Q = C_0 \cdot U$ . După deconectarea de la sursă, această sarcină rămîne constantă, astfel că :

$$C_1 U_1 = Q = C_0 U, \text{ deci : } U_1 = \frac{C_0}{C_1} U = 12,5 \text{ kV.}$$

În a doua situație, umplerea cu dielectric (sticlă) pe jumătate din suprafață echivalează cu a fi legați în paralel un condensator cu capa-

citatea :  $C_2' = \epsilon_{r1} \epsilon_0 \frac{(S/2)}{d} = \frac{C_0}{2}$  și un altul cu capacitatea :  $C_2'' =$

$= \epsilon_{r2} \epsilon_0 \frac{(S/2)}{d} = 2C_0$ . Ansamblul celor două condensatoare (fig. 4) are

capacitatea :  $C_2 = C_2' + C_2'' = \frac{5}{2} C_0$ . Deci în această situație tensiunea

la borne va fi :

$$U_2 = U \frac{C_0}{C_2} = \frac{2}{5} U = 8 \text{ kV.}$$





Fig. 4

b) Cu valorile calculate pentru  $C_2$  și  $C_1$ , raportul lor este :

$$C_2/C_1 = 2,5 \cdot C_0 / 1,6 \cdot C_0 = 1,56$$

Pentru orice valori ale permitivităților relative  $\epsilon_{r1}$  și  $\epsilon_{r2}$  raportul este supraunitar căci :  $\frac{C_2}{C_1} = \frac{(\epsilon_{r1} + \epsilon_{r2})^2}{4 \epsilon_{r1} \epsilon_{r2}} \gg 1$

Acest rezultat poate fi corelat cu faptul că gruparea în paralel determină însumarea capacităților, în timp ce legarea în serie determină scăderea capacității ansamblului, sub valoarea fiecăreia din cele două componente.

c) Întotdeauna intensitatea cîmpului electric dintre armăturile unui condensator plan este raportul dintre diferența de potențial și distanță. În cazul reprezentat în fig. 3, diferența de potențial  $U_1$  este repartizată pe aer și sticlă astfel ca :

$$\begin{cases} U_1^{\text{aer}} + U_1^{\text{sticlă}} = U_1 \\ U_1^{\text{aer}} \cdot C_1 = U_1^{\text{sticlă}} \cdot C_1' \end{cases}$$

de unde rezultă :  $U_1^{\text{aer}} = 10 \text{ kV}$  și  $U_1^{\text{sticlă}} = 2,5 \text{ kV}$ . În consecință :

$$U_1^{\text{aer}} / (d/2) = E_1^{\text{aer}} = 10^6 \text{ V/m} = 1000 \text{ kV/m și}$$

$$U_1^{\text{sticlă}} / (d/2) = E_1^{\text{sticlă}} = 2,5 \cdot 10^5 \text{ V/m} = 250 \text{ kV/m.}$$

În cazul reprezentat în fig. 4, fiind aceeași diferență de potențial și în spațiul cu aer și în cel cu sticlă :

$$E_2^{\text{aer}} = E_2^{\text{sticlă}} = U_2/d = 400 \text{ kV/m.}$$



**SUBIECTE DE CHIMIE DATE LA EXAMENUL DE ADMITERE  
LA FACULTATEA DE BIOLOGIE—GEOLOGIE—GEOGRAFIE —**

**Asistent IGA D.**

**Facultatea Biologie—Geologie—Geografie — București**

**SECȚIA BIOLOGIE**

1. Reacții catalizate de săruri.
2. Compuși halogenați nesaturați.
3. Să se scrie formulele tetrapeptidelor izomere ce rezultă prin reacția alanil-glicinei cu valina și serina.
4. La obținerea clorurii de metil din metan și clor se supun clorurării 168 l metan, clorul consumându-se integral. Din reacție rezultă un amestec de :  $\text{CH}_3\text{Cl}$ ,  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{CHCl}_3$ ,  $\text{CCl}_4$  și  $\text{CH}_4$  nereacționat în raport molar 5 : 3 : 2 : 1,5 : 1. Se cer :

- a) conversia utilă și randamentul
- b) volumul de clor măsurat în condiții normale
- c) volumul de acetilenă ce se poate obține prin cracarea metanului nereacționat cu o conversie utilă de 60%.

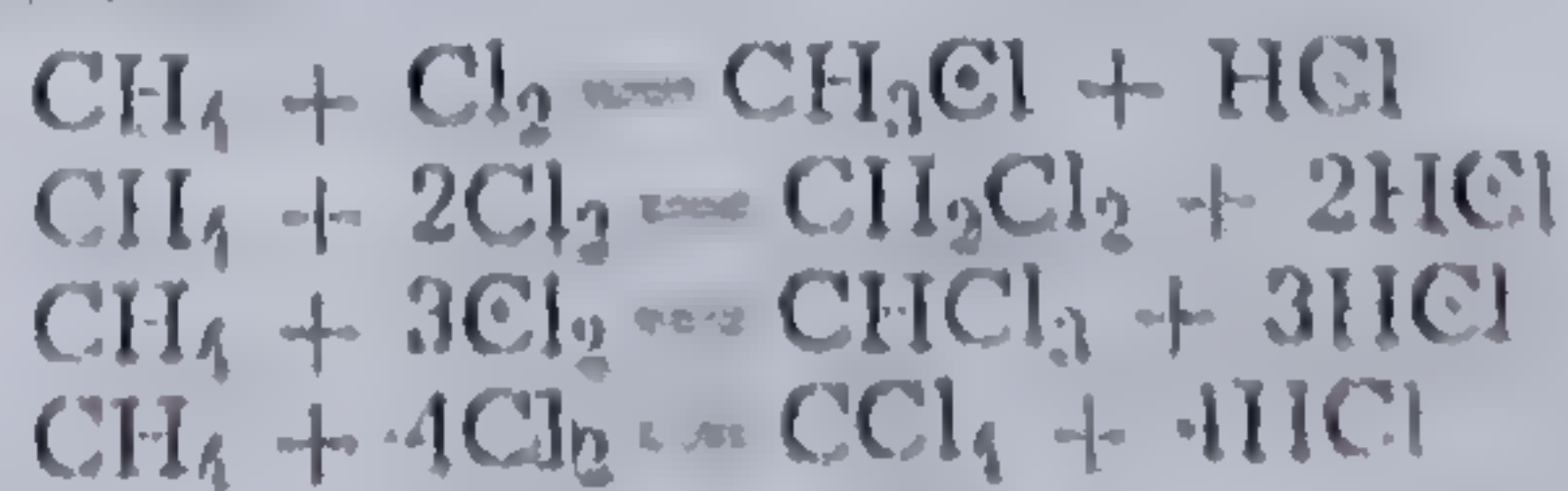
Rezolvare

1. Vezi manualele de liceu.
2. Se va consulta manualul, cu precizarea că derivații halogenați aromatici nu fac parte din clasa de compuși menționată în titlu.

3. Tetrapeptidele izomere sînt :

alanil-glicil-valil-serină	(În cazul alaninei este vorba despre
alanil-glicil-serinil-valină	$\alpha$ -alanină).
serinil-alanil-glicil-valină	
valil-alanil-glicil-serină	
serinil-valil-alanil-glicină	
valil-serinil-alanil-glicină	

4. a) Reacțiile care au loc sînt următoarele :



Se calculează numărul de moli de metan :

$$168 : 22,4 = 7,5 \text{ moli metan}$$



Acest număr se împarte la suma rapoartelor morale ale compuşilor rezultați din reacție :

$$5 + 3 + 2 + 1,5 + 1 = 12,5$$

$$7,5 : 12,5 = 0,6$$

Calculăm numărul de moli de fiecare compus :

$$0,6 \times 5 = 3 \text{ moli } \text{CH}_3\text{Cl}$$

$$0,6 \times 3 = 1,8 \text{ moli } \text{CH}_2\text{Cl}_2$$

$$0,6 \times 2 = 1,2 \text{ moli } \text{CHCl}_3$$

$$0,6 \times 1,5 = 0,9 \text{ moli } \text{CCl}_4$$

$$0,6 \times 1 = 0,6 \text{ moli metan nereacționat}$$

De aici conversia utilă este :

$$C_u = \frac{3}{7,5} \times 100 = 40\%$$

$$\text{iar conversia totală : } C_t = \frac{6,9}{7,5} \times 100 = 92\%$$

$$\text{Randamentul este : } \eta = \frac{C_u}{C_t} \text{ Se obține } \eta = 43\%$$

b) Se observă că numărul de moli de clor necesar pentru a obține conform reacțiilor chimice indicate : 3 moli  $\text{CH}_3\text{Cl}$ , 1,8 moli  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ , 1,2 moli  $\text{CHCl}_3$  și respectiv 0,9 moli  $\text{CCl}_4$  este 13,8 moli de clor. Deci volumul de clor este  $13,8 \times 22,4 = 309$  litri.

c) Reacția este :  $2\text{CH}_4 \rightarrow \text{C}_2\text{H}_2 + 3\text{H}_2$ .

Așadar din 0,6 moli metan vor rezulta 0,3 moli acetilenă la o conversie utilă de 100%. Pentru 60% obținem :

$$0,3 \times \frac{60}{100} \times 22,4 = 4 \text{ litri.}$$

## SECȚIA BIOCHIMIE

1. 1.1. Să se calculeze concentrația ionilor de hidrogen și pH-ul soluțiilor de acizi slabi de tip HA. Exemplu.

1. 1.2. Scrieți ecuațiile chimice ale reacțiilor de obținere a  $\text{HNO}_3$  pornind de la  $\text{N}_2$  și  $\text{H}_2$ .

2. Într-o soluție 0,1 molară de  $\text{CuSO}_4$  se introduce o plăcuță de fier. După un timp masa plăcuței a crescut cu 400 mg. Se cere :

a) cantitatea de metal depusă pe plăcuța de fier ;

b) reprezentarea schematică a celulei galvanice care are la bază reacția de mai sus ;

c) într-un alt experiment, un litru din soluția inițială se supune electrolizei cu electrozi inerți. Ce cantitate de electricitate se consumă pentru reducerea la jumătate a concentrației soluției inițiale la un randament de curent de 100%. (Mase atomice  $\text{Fe} = 56$ ,  $\text{Cu} = 64$ ).

3. Amide : metode de preparare și reacții chimice. Poliamide. Produse naturale conținând funcțiunea amidică.

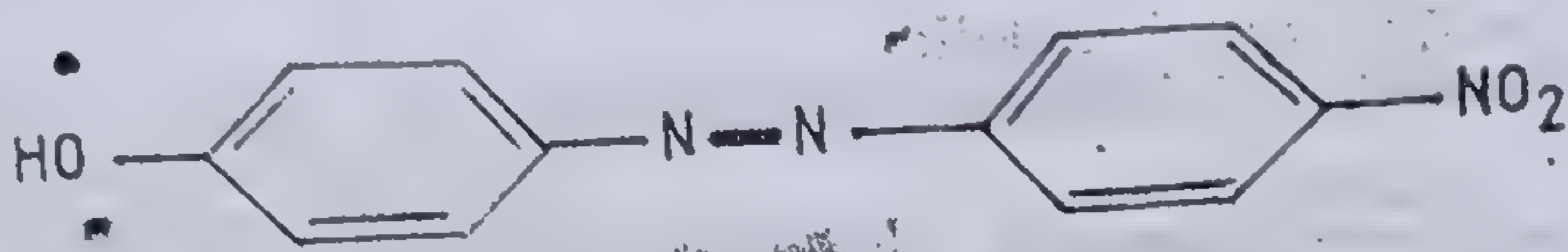
4. Un alchilbenzen A se oxidează blnd cu aer la compusul carbonilic B. Știind că raportul maselor moleculare este  $M_A/B = 0,883$  se cere :



- formulele moleculare ale lui A și B ;
- compusul B nu reacționează cu reactivul Tollens ; se cere formula sa de structură precum și o altă metodă de preparare ;
- scrieți reacția lui B cu amestec nitrant ;
- scrieți reacția lui A cu  $\text{Cl}_2$  în prezență de  $\text{AlCl}_3$ . Formulați mecanismul reacției.
- calculați volumul de aer (20%  $\text{O}_2$ ) necesar pentru oxidarea a 265 g compus A la B.

5. 5.1. Scrieți ecuațiile reacțiilor chimice prin care se obține o soluție de  $\text{FeCl}_2$ , folosind  $\text{NaCl}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  și  $\text{Fe}$ .

5. 5.2. Obțineți azoderivatul de mai jos pornind de la benzen.



*Rezolvare.*

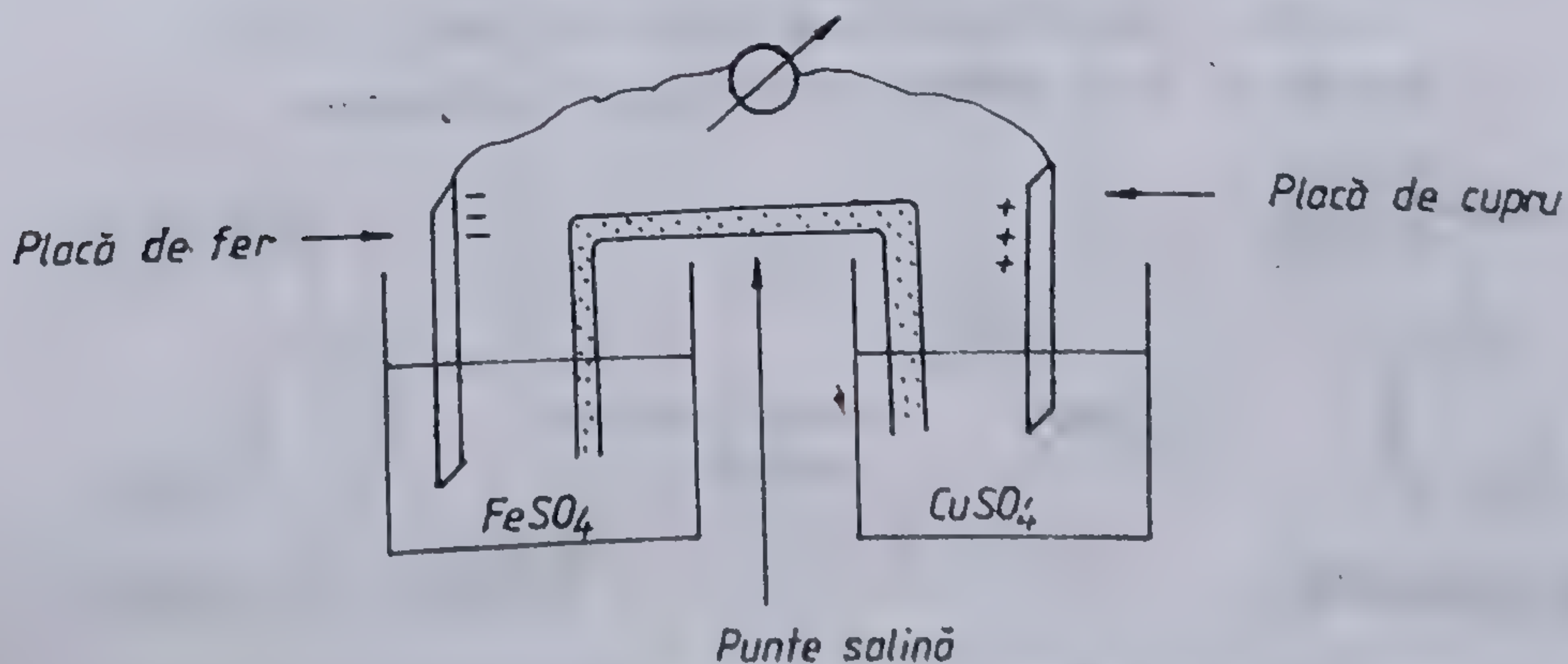
1.1. Vezi manualul de liceu pentru clasa a XI-a.

1.2. Idem ca la 1.1.

2. a) Plăcuța de fer introdusă în soluția de sulfat de cupru trimite în soluție ioni de fer iar pe plăcuță se depune cupru elementar. Deoarece valența este aceeași pentru cele două metale (în acest caz 2) pentru un miliechivalent-gram (notat meq-g) de fer dizolvat se va depune un meq-g de cupru. Creșterea de masă a plăcuței este datorită diferenței dintre un meq-g de cupru (64 mg) și un meq-g de fer (56 m). Avem  $64 - 56 = 8$ .  $400 : 8 = 50$ . Deci 50 meq-g de fer se dizolvă și 50 meq-g de cupru se depun. Obținem :

$$50 \times 56 = 2800 \text{ mg fer se dizolvă și}$$

$$50 \times 64 = 3200 \text{ mg cupru se depun pe plăcuță}$$



(Soluție saturată de  $\text{K}_2\text{SO}_4$ )

b) Celula galvanică ce are la bază reacția de mai sus se reprezintă astfel :



c) Un litru de soluție 0,1 M conține 0,1 moli de  $\text{CuSO}_4$ . Un litru de soluție cu concentrația pe jumătate adică  $0,1 : 2 = 0,05 \text{ M}$  va conține 0,05 moli  $\text{CuSO}_4$  deci trebuie să supunem electrolizei  $0,1 - 0,05 = 0,05$  moli  $\text{CuSO}_4$  care conține 0,05 atomi-gram de cupru. Masa ce trebuie depusă este în acest caz  $m = 0,05 \times 64 \text{ g}$  cupru. Utilizăm formula :

$$m = \frac{AQ}{nF} \text{ unde}$$

$m$  este masa de metal depusă

$A$  este masa atomică a cuprului

$Q$  este sarcina utilizată

$n$  este valența ionului metalic

$F$  este constanta lui Faraday, egală cu 96500 C.

Rezultă  $Q = \frac{mnF}{A}$  Înlocuind obținem :  $Q = \frac{0,05 \times 64 \times 2 \times 96500}{64}$

de unde  $Q = 9650 \text{ C}$ .

3. Vezi manualele de liceu.

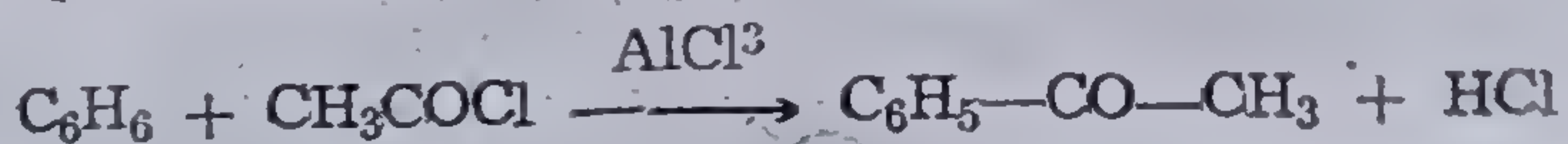
4. Rezolvare

a) Compusul A este de forma  $\text{C}_6\text{H}_5-(\text{CH}_2)_n\text{CH}_3$  și are masa moleculară  $14n + 92$ . Compusul carbonilic B, deoarece nu reacționează cu reactivul Tollens, putem conchide că este o cetonă și este de forma  $\text{C}_6\text{H}_5-\text{CO}-(\text{CH}_2)_{n-1}\text{CH}_3$  și are masa moleculară  $14n + 106$ . Obținem :

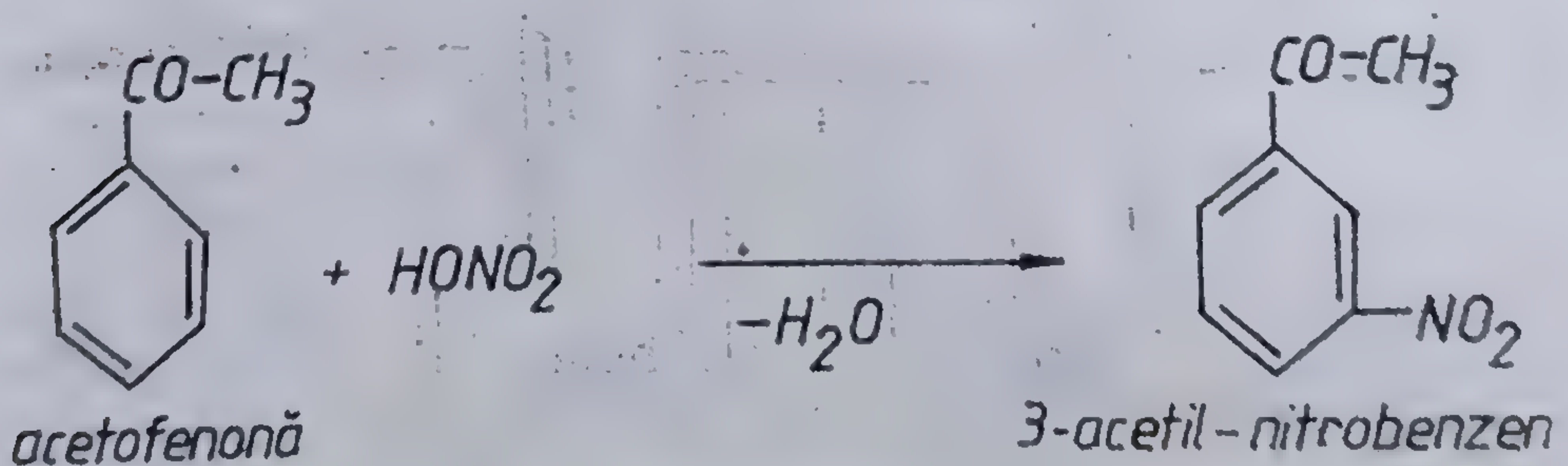
$$\frac{14n + 92}{14n + 106} = 0,883. \text{ Rezolvând obținem } n = 1. \text{ Prin urmare A este etil-}$$

benzen iar B metil-fenil-cetonă sau acetofenonă

b) Compusul B se prepară prin reacția :



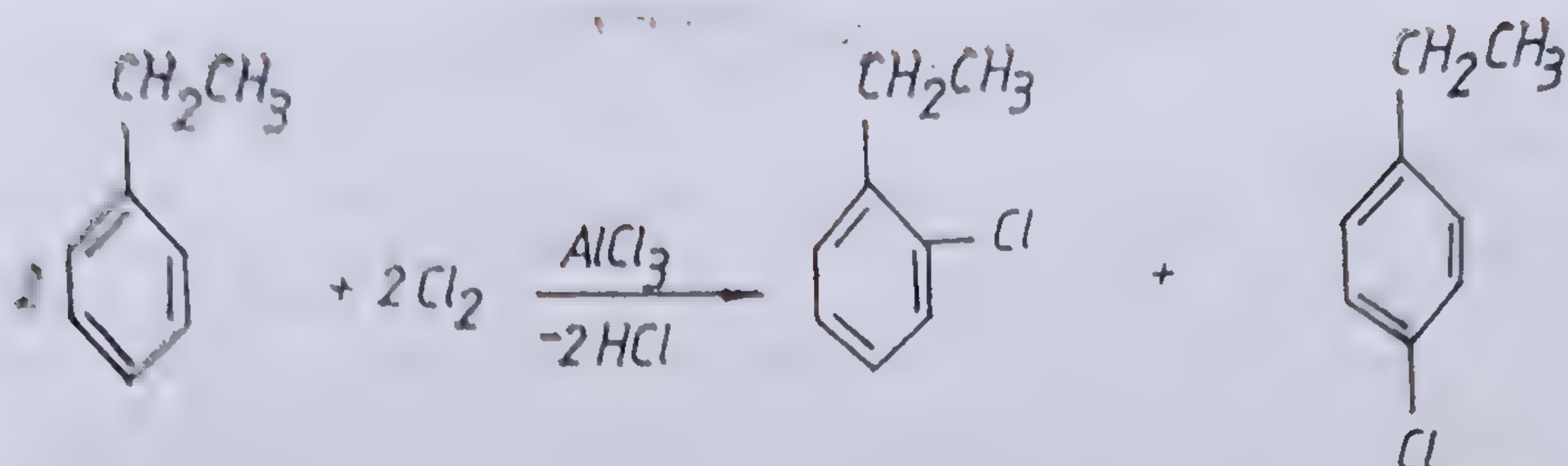
c) Reacția lui B cu amestec nitrant este următoarea :



Gruparea carbonil fiind substituent de ordinul II orientează în poziția meta.

d) Deoarece gruparea etil este substituent de ordinul I va orienta în pozițiile orto și para :





etilbenzen

*o*-clor-etilbenzen

*p*-cloretilbenzen,

Mecanismul reacției este de substituție electrofilă (vezi manualul de liceu pentru clasa a XII-a).

e) Reacția este următoarea:



Avem: 106 g etilbenzen

22,4 l O<sub>2</sub>

Avem: 106 g etilbenzen

22,4 l O<sub>2</sub>

265 g etilbenzen

Y

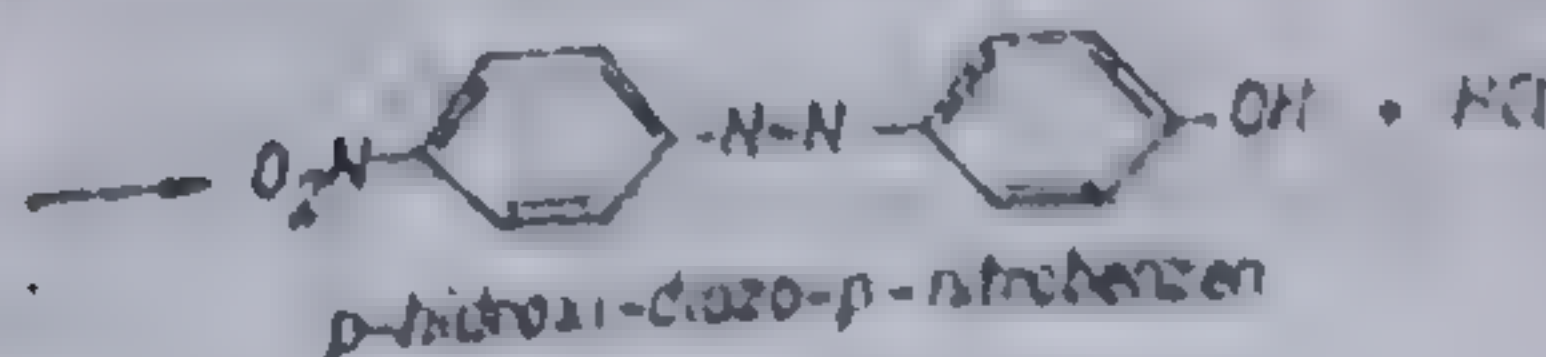
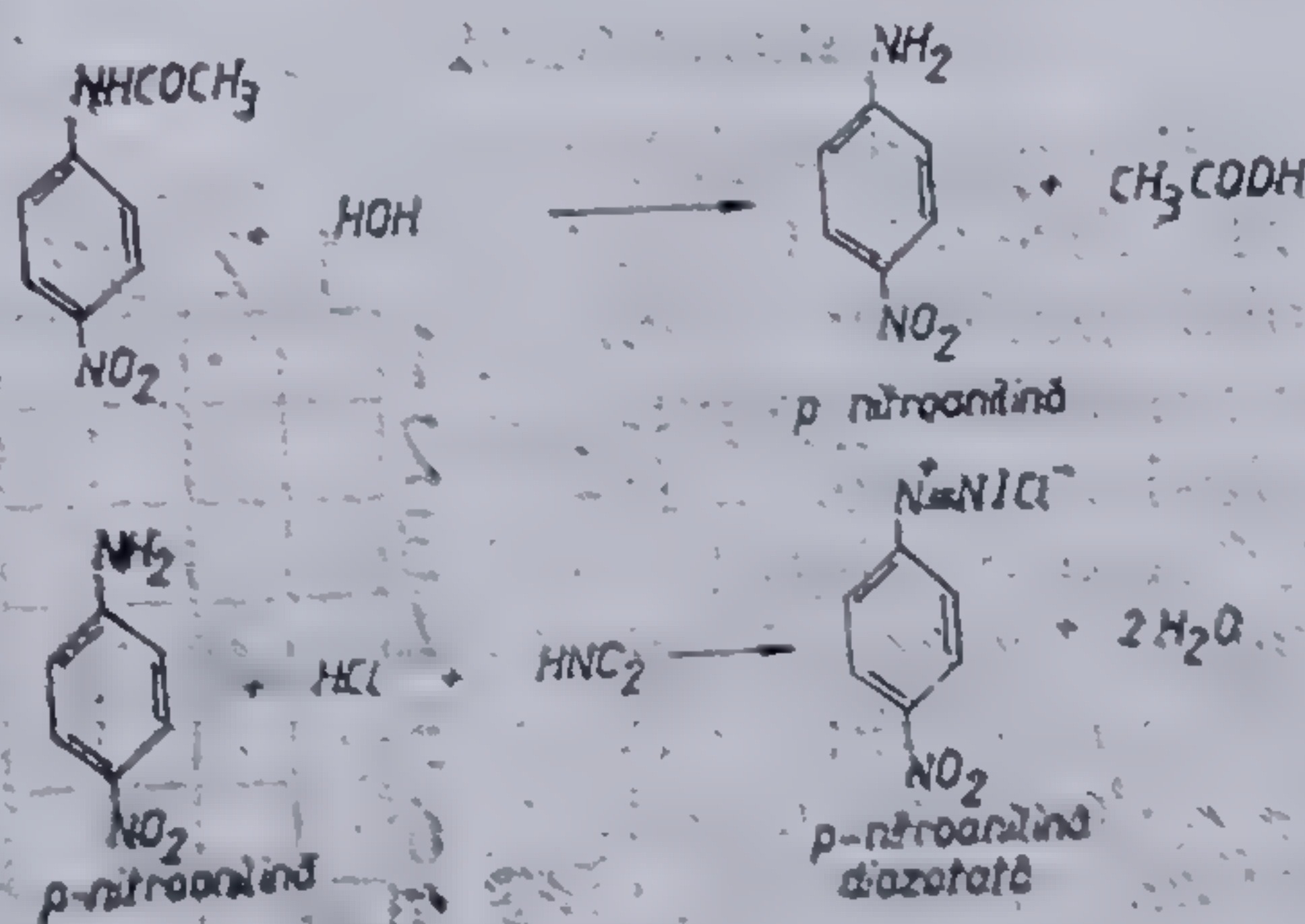
$$Y = \frac{265 \times 22,4}{106}$$

$$Y = 56 \text{ l O}_2$$

$$56 \times 5 = 280 \text{ l aer}$$

5.5.1. Vezi manualele de liceu.

5.2. Azoderivatul se obține prin următoarele reacții:

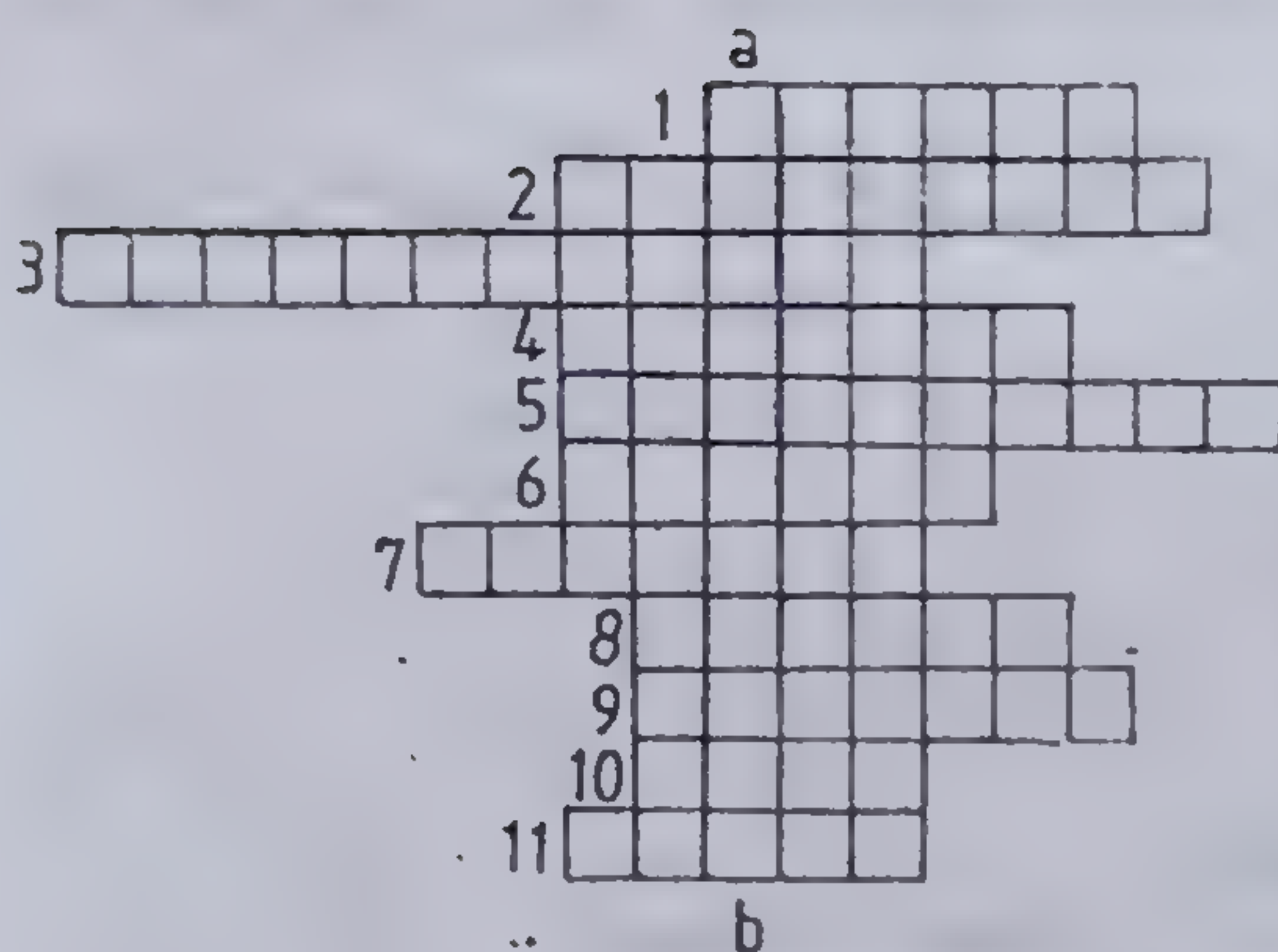




## REBUS PE TEME DE BIOLOGIE

### ALCATUIREA ȘI FUNCȚILE FRUNZEI

Prof. LUPȘA ELENA

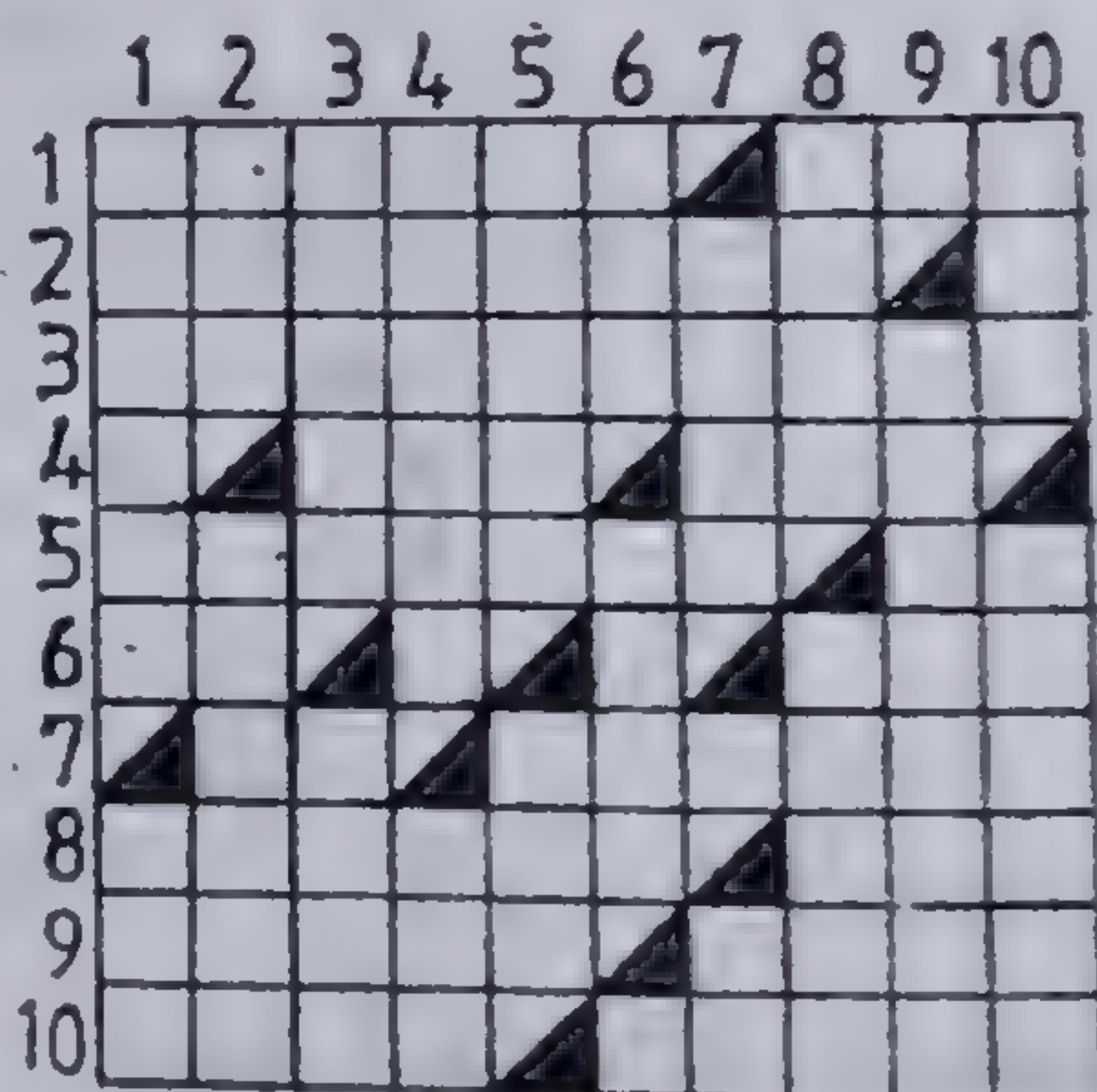


ORIZONTAL : 1. Organ vegetativ, numit și „bucătăria plantei”; 2. Colorant pentru frunze, dispare la întuneric; 3. eliminarea apei din frunze; 4. „Ferestrele frunzei”; 5. Schimb de gaze la nivelul frunzei; 6. Întreține viața și arderea; 7. Element indispensabil fotosintezei; 8. Face parte din structura frunzei; 9. Fascicule libero-lemnoase din limb; 10. Substanță organică; 11. Dă lumină și căldură.

### BIOLOGICA

ORIZONTAL : 1. Ființă vie-simbol al singurătății; 2. Membre; 3. Curent electric ce-și schimbă periodic intensitatea; 4. Cert, dar nu de la început! — Pielea feței; 5. Nu-i departe — Începe vacanța!; 6. Apare tigrul — Roade lemnul; 7. Cap de pește! Lupta cu taurii; 8. Specie de urs (pl.); — Animal din Tibet; 9. A doua recoltă de fin. — Înainte vreme; 10. Leziune; — Secționat.

VERTICAL : 1. Poate fi respingător etc. — Orificiul în piele; 2. Fluviu ce dă numele unui crocodil. — Stomacul măcinător al păsării; 3. Boală a ficatului. — Rudă cu cerbul; 4. Glas dulce. — Plasă de pescuit; 5. Arteră importantă. — Onomatopeea ciorii; 6. Holdă (pop). — Pot fi și torențiale; 7. Păsări înotătoare. — Unitate de suprafață; 8. Grupuri. — E credincios omului (pl.); 9. Ocupată cu forța; 10. Gol pe dinăuntru. — Pastă de lipit.

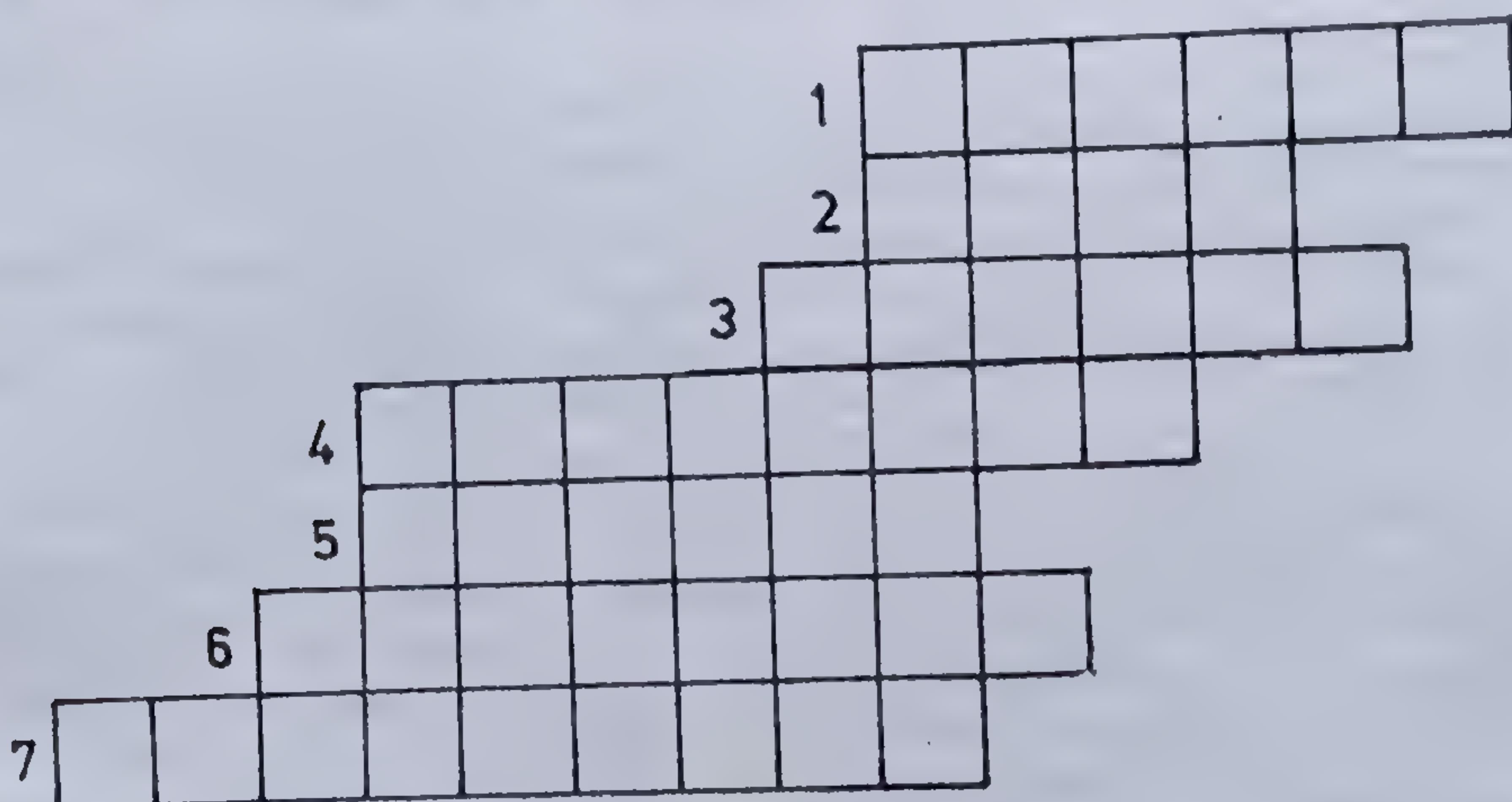




## PLANTE OCROTITE DIN ROMANIA

Prof. DOROȘENCO ALEX

ORIZONTAL : 1. Plantă ierboasă nord-dobrogeană descoperită de un mare botanist român în anul 1912 ; 2. Monument al naturii care trăiește la mari altitudini ; 3. Arbust de 40—50 cm care are flori trandafirii ; 4. Una dintre cele mai atrăgătoare și originale plante, datorită florilor asemănătoare cu lăleaua ; petalele cu penajul de bibilică ; 5. Arbore ocrotit care crește în pădurea Letea cu frunzele acoperite cu peri deși ; a fost descoperit aici ; 6. Plantă rară, montană, declarată monument al naturii ; 7. Notă tropicală a pădurilor Letea și Caraorman, dată de o liană mediteraneeană cu cea mai nordică stațiune naturală din Europa.



Dezlegarea rebusurilor din numărul apărut în anul 1985

(GABRIELA MOHAN, GH. MOHAN)

### Album floral

ORIZONTAL : 1. Gentiana — CT ; 2. Alea — Nuferi ; 3. RI — ITE — Iris ; 4. OTA — Aman — ZA ; 5. Fanerogamă ; 6. I — Crini — Unt ; 7. Tăia — E — Aste ; 8. Aci — G — Măceș ; 9. A — Roza — Amu ; 10. Steag — Citat ; 11. Vin — Haina — A.

VERTICAL : 1. Garofiță — SV ; 2. Elită — Acati ; 3. NE — Ancii — EN ; 4. Tei — Era — RA ; 5. I — Tari — Gogh ; 6 — Anemone — Z — A ; 7. Nu — Agi — Maci ; 8. Afină — AA — In ; 9. Er — Mușcată ; 10. Crizantemă ; 11. Tisa — Țesută.

### Piscicola

ORIZONTAL : 1. Alevin — Salău ; 2. Tipar — Năvodi ; 3. EN — Tiri — Avat ; 4. R — Posaci — I — A ; 5. Imas — Cica — IR ; 6. Nor — Ciortani ; 7. Arici — Delta ; 8. Uoa — LA — Alto ; 9. Înalt — Tuse B ; 10. BI — Caras — Tel ; 11. I — Sare — Cîine ; 12. Somni — Lac — ET.



VERTICAL : 1. Aterina — Ibis ; 2. Lin — Moruni — O ; 3. EP — Parida — SM ; 4. Vatos — Calcan ; 5. Iris — CI — Tari ; 6. N — Raci ! L — RE ; 7. Niciodată — L ; 8. Sa — Icre — Usca ; 9. Ava — Atlas — 10. TC — Lovi — Atleti ; 11. Ada — Inat — Ene ; 12. Uitări — Oblet.

Dezlegarea rebusurilor propuse vor fi date în numărul din anul 1987.

Prof. *Lupșan Elena*, Liceul sanitar, Bistrița.

Prof. *Doroșenco Alex.*, Casa pionierilor și școlii patriei, Tulcea.



## DIN ISTORIA BIOLOGIEI

### BOGATE TRADIȚII ALE GENETICII ROMÂNEȘTI

Prof. dr. I. ANGHEL \*, lector dr. L. GAVRILĂ \*\*

Facultatea Biologie, Geografie și Geologie — București

Încă de la începuturile sale ca știință, *Genetica* a avut în România un teren fertil, în care au încolțit cu rezultate, uneori de excepție, germinii gândirii unor savanți care s-au dăruit progresului rapid al noului domeniu. Lungul șir de strădanii în fundamentarea științei eredității în concertul preocupărilor științifice din țara noastră urmărit de-a lungul unui secol este redat într-o excelentă lucrare de istorie a cercetărilor în domeniul eredității, apărută în anul 1983 în editura Ceres, datorată doctorului Stelian Oprescu. Ea se intitulează „*Înaintași ai Geneticii în România*”. Această carte, (care constituie parțial sursa de informare a acestui articol) scrisă cu multă simțire și totodată înaltă responsabilitate față de moștenirea lăsată de înaintași, era de mult timp așteptată, deoarece așa cum viața unui popor nu se poate desfășura fără a-și cunoaște istoria neamului său, tot astfel, activitatea în cadrul unui domeniu dat al științelor nu se poate desfășura în condiții bune, fără a-i cunoaște trecutul și prezentul său și fără a-i putea prefigura viitorul.

Este reconfortant să aflăm că problemele despre ereditate și variabilitate au preocupat încă din zorii științei românești pe cei mai mulți dintre gânditorii acestui pământ, filozofi, istorici, sociologi, naturaliști precum *Dimitrie Cantemir*, *Grigore Cobălcescu*, *Vasile Conta*, *Gr. Ștefănescu*, *N. Leon* ș.a.

*D. Cantemir* (1673—1723), în lucrarea „*Descriptio Moldaviae*” enunță idei referitoare la variabilitatea organismelor și influența condițiilor de mediu, iar *V. Conta* (1845—1882) susținea rolul condițiilor de mediu în transformarea organismelor dând o interpretare originală, filozofică, materialistă, evoluției.

*Ion Ionescu de la Brad* (1818—1871) pune bazele ameliorării animalelor pornind de la cunoașterea eredității. Printre numeroasele idei susținute în cursurile predate la Academia Mihăileană din Iași se remarcă și aceea referitoare la rolul genitorilor în transmiterea caracterelor cantitative la descendenți (pe linie maternă sau paternă), atât tata cât și mama exercitând o influență variabilă după sănătate și rasă reproducătoare; femelele dau mai adesea talia, iar masculii forma. În sprijinul

\* Șeful disciplinei de citologie-genetica microorganismelor.

\*\* Titularul disciplinei de genetica și ameliorarea plantelor și animalelor S.N.A. Aleea Portocalilor nr. 1—3, București 77206.



acestei idei aduce rezultatele diferite ce se obțin prin încrucișarea măgăritei cu calul și a iepei cu măgarul.

G. Cobălcescu (1831—1892), în lucrarea „*Studii geologice și paleontologice*” (1883), explică dispariția speciilor vechi și apariția speciilor noi pe baza transformismului, subliniind influența mediului asupra organismelor și acordând o mare importanță eredității progresive (ereditatea singură ar fi suficientă să explice evoluția ființelor viețuitoare.

P. S. Aurelian (1833—1909) președinte al Academiei române, a condus diferite reviste (Revista științifică, 1870; Revista Română pentru știință, literatură și artă) ocupându-se în special de ameliorarea cailor și evidențiind variabilitatea caracterelor la indivizii aceleiași rase ca și deosebiriile dintre rase. El admite ereditatea caracterelor dobândite și subliniază importanța asemănărilor dintre descendenți și ascendenți care este însușirea fundamentală a organismelor vii, numită *ereditate*, pe care o definește ca lege naturală prin care urmașii seamănă tatălui și mamei.

G. Ștefănescu (1838—1911), în lucrarea „*Cînd a început viața pe pămînt*” (1905) considera că modificările acumulate de organism în cursul vieții sale individuale se transmit la urmași prin ereditate, în cazul că descendenții trăiesc în condiții asemănătoare ascendenților lor. Între cauzele variabilității speciilor el enumera influența mediului și adaptațiunea.

C. Vasilescu (1840—1902) este considerat unul din precursorii geneticii moderne. Fără să cunoască legile mendeliene, cu 4 ani înaintea redescoperirii lor, C. Vasilescu, pe baza experiențelor de încrucișare a unor femele normale cu vierii monodactili (solipezi) a urmărit transmiterea sindactiliei la 10 generații și a ajuns la concluzia să sindactilia este o anomalie ereditară. A observat înainte de redescoperirea la 1900 a legilor mendeliene ale eredității, fenomenul de dominantă și de segregare a caracterelor în  $F_2$ , într-un raport apropiat de cel mendelian (2.6 : 1).

V. Babeș (1854—1926), personalitate proeminentă a învățămîntului și științei românești, a adus contribuții remarcabile în domeniul anatomiei patologice, bacteriologiei și geneticii medicale. Cunoscător al concepției lui Darwin, el ajunge la concluzia că apariția raselor și speciilor noi se face în general prin modificări bruște ale patrimoniului ereditar. V. Babeș recunoaște și transformarea lentă a raselor prin acumularea de variații determinate de schimbarea condițiilor de mediu.

A descoperit fenomenul imunității pasive și a descris perspectivele aplicării seroterapiei. În lucrarea „*Despre transmiterea proprietăților imunizante prin singele animalelor imunizate*”, V. Babeș, subliniază rolul imunității atribuindu-i calități ereditare. Evidențiază de asemenea, rolul eredității în dezvoltarea intelectului.

Gh. Marinescu (1863—1938), savant de renume mondial, a adus contribuții importante la dezvoltarea geneticii umane. Împreună cu Al. Caratzali și N. Teodorescu înființează prima societate de genetică din România, al cărui președinte a fost. Pentru dezvoltarea cercetărilor de genetică a organizat în cadrul Clinicii de Neurologie de la Spitalul Colentina un laborator de genetică experimentală și citogenetică. Împreună cu G. Stroescu, elaborează în 1937 o lucrare de genetică experimentală



în care demonstrează efectul de poziție al delețiilor și rolul mutațiilor în patologie. Efectuează mai multe studii privind transmiterea ereditară a unor tare familiale.

G. Stroescu, elev al savantului G. Marinescu, aduce contribuții importante în studiul mutațiilor la *Drosophila*, care constituie subiectul tezei de doctorat pe care o susține la Universitatea Sorbona din Paris (*Une nouvelle serie d'allèles multiples déterminant la caractéristique scalloped et localisée dans le chromosome sexuel du Drosophilla melanogaster*). Cunoscător a lucrărilor celor mai cunoscuți geneticieni, W. Bateson, T. H. Morgan, C. B. Bridges, C. Correns, L. Cuénot, M. Demerec, Th. Dobzhansky, R. A. Fischer, R. Goldschmidt, W. L. Johannsen, H. J. Müller, N. E. Timofeev-Resovsky, O. Vogt etc. a contribuit la cunoașterea cuceririlor geneticii în țara noastră. Traduce din l. germană prima monografie de genetică umană și profilaxia bolilor ereditare, în care prezintă legile fundamentale ale eredității, citologiei și determinarea sexului, aspecte ale eredității umane și în care susține necesitatea predării noțiunilor de genetică umană în învățământul superior și cel liceal.

I. Cantacuzino (1863—1934), una din cele mai puternice personalități ale științei și culturii românești, cunoscut bacteriolog, înscriind în preocupările sale și numeroase probleme de genetică. Împreună cu Olga Bonciu descrie pentru prima dată dobândirea aglutinabilității unor streptococi hematici, izolați din cazuri de scarlatină, fiind considerat ca una dintre primele experiențe de genetică bacteriană din lume. I. Cantacuzino și O. Bonciu subliniază că aglutinabilitatea transmisibilă este un caracter stabil din punct de vedere ereditar, menținându-se la streptococ în decursul a 30 de pasaje. Această descoperire este considerată de F. Jacob și E. L. Wollman 1961, ca una din primele dovezi asupra transferului unor caractere ereditare la bacterii. Prin aceste experiențe se apreciază că I. Cantacuzino și O. Bonciu au descoperit fenomenul de transformare bacteriană cu doi ani înainte de a fi descris de medicul englez Griffith.

N. Leon (1863—1931) s-a preocupat în articolele și lucrările publicate și de originea omului, originea, ereditarea și transformarea speciilor, susținând în mod consecvent concepția materialistă și evoluționistă.

N. Filip (1864—1922) este considerat fondatorul zootehniei românești. Cunoscător al lucrărilor elaborate de Mendel, Weismann, Cuénot, Correns, H. de Vries, evidențiază pentru prima dată existența celor două laturi ale eredității — conservatorismul și variabilitatea. Concepția sa evoluționistă a fost clar exprimată în primul tratat de zootehnie generală publicat în România sub titlul „Noțiuni de zootehnie generală” (1909).

Contribuții de seamă la dezvoltarea citogeneticii românești le-a adus profesorul D. Voinov (1867—1951), fondatorul școlii românești de citologie, aducând dovezi în sprijinul implicării cromozomilor în ereditate, prin studiile efectuate la coroplăniță și greiere. În anul 1900 publică „Principii de microscopie”, primul tratat românesc de tehnică histologică și microscopie. Descrie primul caz de variabilitate numerică cromozomală (aneuploidie) în funcție de răspândirea geografică la coroplăniță.



niță. Totodată descrie pentru prima dată fenomenul de condrodierază (diviziunea mitocondriilor) care ulterior a fost confirmat prin studii cu ajutorul microscopului electronic. În studiile referitoare la formarea și structura spermatozoizilor, descrie forma și structura cromozomilor, modificările pe care le suferă aceștia în timpul celor două diviziuni de maturare. Prin aceste cercetări D. Voinov a adus contribuții hotărâtoare la fundamentarea concepțiilor evoluționiste și infirmarea definitivă a concepției preformiste, arătând că spermatozoizii se formează prin transformarea unor celule și că ei conțin numai părți modificate ale celulelor și nimic altceva. D. Voinov constată că forma, structura, numărul și dispoziția cromozomilor au un caracter cu totul specific. Cel care a continuat și a dezvoltat la un nivel nou cercetările de citologie și citogenetică ale lui Voinov a fost profesorul universitar emerit I. Steopoe, distins cadru didactic al Facultății de Biologie a Universității București, ale cărui prelegeri de citologie, histologie și embriologie erau de o deosebită elevație și rigoare științifică. Exigent cu cei din jur (dar deosebit de generos atunci când un tânăr se dovedea interesat de problemele citologiei) dar exigent și cu sine însuși, profesorul I. Steopoe, deși a lucrat enorm în domeniul citogeneticii, realizând o colecție de preparate cu cromozomi plumași („perie de sticlă de lampă”) sau cromozomi uriași, realizate prin includere în parafină și secționare, pe care și-ar fi dorit-o orice laborator de genetică din lume, a publicat foarte puțin din aceste realizări ale sale. În perioada 1976—1980, pe când al doilea autor încerca să perfecteze cu profesorul Steopoe o colaborare privind structura și ultrastructura cromozomilor politeni și plumoși acesta s-a destăinuit: „Știi, am consumat foarte mult timp pentru aceste preparate din care n-am publicat mare lucru, dar nu-mi pare rău. Am văzut lucruri extraordinare, pe care nimeni nu le văzuse până la mine”.

Dacă ar fi reușit să-și publice rezultatele cercetărilor sale privind structura și comportamentul cromozomilor în ciclul celular la o imensă diversitate de organisme, de la protiste, insecte, pești, batracieni, reptile, păsări, mamifere și până la om, el ar fi avut multe priorități nu numai în citogenetica românească, dar și în cea universală. Dar și cele 5—6 lucrări de citogenetică pe care le-a elaborat la insecte sînt suficiente pentru a-l impune definitiv pe profesorul I. Steopoe ca un reprezentant de seamă al citogeneticii românești. Spirit exigent și în cercetare, dovadă o probitate și o responsabilitate profesională ieșite din comun, el a adus importante corecții datelor privind citogenetica coropișniței pe care le publicase chiar D. Voinov, fiind citat în tratatul celebrului citogenetician evoluționist M. J. White, intitulat „Animal Cytology and Evolution”, Cambridge Univ. Press, 1953.

Prin contribuția celor trei distinși profesori de la facultatea de Biologie a Universității București, D. Voinov, I. Steopoe și I. T. Tarnavschî s-a creat în aceasta o foarte solidă și serioasă bază pentru studiul fenomenului ereditar la nivel celular în țara noastră. Contribuția celor trei a constituit o rampă de lansare pentru tot ce s-a realizat ulterior în domeniul citologiei și în parte al citogeneticii în facultate.

Marele fiziolog român I. Athanasiu (1868—1926), considera ereditatea ca memoria speciilor, admitînd că și instinctele sînt ereditare. În cursu-



rile sale se întâlnesc numeroase referiri la ereditate, subliniind în egală măsură rolul nucleului și al protoplasmelor în ereditate. Micelele protoplasmelor și cromatina oului — arată I. Athanasiu — sînt deci suportul caracterelor speciei. Cît timp condițiile mediului care au impus aceste caractere se mențin, specia rămîne și ea constantă în forma ei. Cînd însă aceste condiții se schimbă astfel încît să constituie un excitant puternic și de lungă durată asupra indivizilor unor specii, micelele protoplasmelor germinative vor căpăta însușiri noi (chimice, structurale și dinamice), care se vor transmite generațiilor viitoare. Specia s-a fixat cu un caracter nou pe care-l va păstra întocmai cum creierul păstrează suvenirul impresiilor externe. „Ereditatea este memoria speciilor”.

E. Racoviță (1868—1947) savantul de renume mondial, creatorul biospeologiei, înscrie în preocupările sale științifice și probleme ale eredității, susținînd ereditatea caracterelor dobîndite, posibilitatea apariției mutantelor și combatte exagerările teoriilor morganiste și weismaniste. E. Racoviță consideră că independența germenilor de soma este pîrghia doctrinei weismaniste, dar și capitala ei greșală.

Acad. prof. dr. C. I. Parhon (1874—1969) a adus importante contribuții la dezvoltarea geneticii endocrine din țara noastră, studiînd cazuri de credo-sifilis medular și depistînd existența factorilor ereditari în apariția unor endocrinopatii, iar împreună cu acad. St. M. Milcu abordează problema eredității hipertiroidiei și hipoparatiroidiei. El demonstrează, de asemenea, baza ereditară a acromegaliei. Multe contribuții în dezvoltarea geneticii medicale românești le-a adus acad. St. M. Milcu, care de altfel este autorul împreună cu dr. C. Maximilian, al primului tratat de „Genetică umană” (1966) apărut în țara noastră și al monografiei *Endocrinopatiile genetice* (1968). A descris cîteva sindroame endocrine și ereditare (tiro-catecolic, diateroza reactivă), o formă particulară de displazie osoasă, disgenezii gonadice familiale cu determinism genetic. A urmărit relația dintre cariotip și tabloul clinic, evoluția leziunilor gonadice în sindromul Turner, cariotipul 46 XY în anorhidie, cariotipul în sindromul Turner, cariotipul 46 XY/47 XXY și testiculul feminizant cu androgenizare pubertară etc.

Constantin Sandu-Aldea (1874—1927) primul profesor de ameliorarea plantelor agricole din țara noastră, a scris în anul 1915 primul manual de ameliorare a plantelor, reprezentînd totodată primul tratat românesc de genetică, fiind astfel considerat drept fondator al Geneticii în România. A publicat mai multe lucrări în care a prezentat legile eredității împreună cu numeroase alte aspecte ale fenomenului ereditar. A inițiat primele experiențe de creare de noi soiuri de grâu introduse în cultură. A susținut interacțiunea genotip-mediului în determinarea și transmiterea caracterelor ereditare.

Continuatorul operei profesorului I. Cantacuzino a fost profesorul Constantin Ionescu-Mihăești (1883—1962). A desfășurat lucrări de pionierat în vaccinarea antipoliomielitică, postulînd pluralitatea tulpinilor de poliovirus, ceea ce reprezintă primele dovezi ale variabilității ereditare virale. De numele lui se leagă eradicarea poliomielitei în țara noastră. Împreună cu A. Tupa, B. Wisner și I. Mesrobianu publică în 1930 lucrarea „Sur l'exaltation de la virulence du virus poliomyelitique



par melange de plusieurs suches" în care aduce contribuții remarcabile la dezvoltarea cercetărilor de genetică virală pe plan mondial, emitând ideea sexualității la microorganisme cu aproape două decenii înainte de cercetările lui J. Lederberg și E. L. Tatum. Iată cum sugerează el existența fenomenului de sexualitate la microorganisme: „dobândirea permanentă a unei proprietăți noi prin amestecarea mai multor tulpini individuale puțin virulente, sugerează ipoteza unui ciclu vital la acest virus „polivalent“ diferite de cel al tulpinilor izolate. Ar fi oare prea îndrăzneț să presupunem că acest mod de comportare ar putea fi în legătură cu fenomene de sexualitate” — se întreba profesorul Ionescu Mihăești, cu multă îndrăzneală, dar care îndrăzneală s-a dovedit ulterior a fi profetică, și justificată, pentru că azi fenomenul sexualității este considerat universal în lumea vie, el existând în formele sale primitive chiar la virusuri.

Acad. prof. dr. Mihai Ciucă (1883—1969) este alături de Jules Bordet descoperitorul în 1921 al fenomenului de lizogenie prin care virusurile își integrează materialul lor genetic în cromozomul celulei gazdă, făcând-o pe aceasta să devină rezistentă la infecția cu alte virusuri. Acest fenomen a fost confirmat 30 de ani mai târziu de către echipa lui Lwoff.

Printre cei care, având și alte preocupări, au abordat și aspectele de genetică se remarcă D. Combiescu (1887—1961) care a dovedit adaptabilitatea bacteriei *Shigella flexneri* la concentrații toxice de violet de gențiană și de clorhidrat de chinină, demonstrând transmiterea ereditară a unor caracteristici ale bacteriilor.

M. Gușuleac (1887—1960), cunoscut botanist, a avut și preocupări de genetică vegetală, studiind cariologic și citologic hibridul *Nonnea lutea* x *N. rosea*. Printre articolele pe care le-a publicat se remarcă următoarele: „Variația și ereditatea ca factori principali ai evoluției biologice” (1927), *Starea actuală genetică în taxonomia fructelor* (1938) și „Probleme vechi și noi de genetică aplicată la horticultură” (1944).

St. Popescu a studiat structura genomică la *Triticum*, *Avena* ca și reactivitatea genomurilor față de variațiile condițiilor pedoclimatice.

Un deosebit aport în dezvoltarea geneticii românești l-a adus prof. G. K. Constantinescu (1888—1950) în calitate sa de fondator al școlii de genetică animală din România, impunându-se în știința eredității prin datele pe care le-a obținut în urmărirea transmiterii unor caractere ereditare la ovine, suine, galinacee și iepuri, apoi la pești, șoareci și porumbei. Cercetări minuțioase a efectuat la musculița de oțet, excelent obiect de studiu în genetică. El a demonstrat că fără cunoașterea principiilor genetice nu se poate concepe o zootehnie avansată. Între problemele studiate și în care aduce contribuții originale pot fi menționate Turcană — constatând că în stare homozigotă gena pentru culoarea brumărie este letală. De asemenea, studiază hibridii dintre rasele de porci Mangalița și York sau Marele negru stabilind că albul de Mangalița este recesiv față de albul de York și față de negru de la Marele negru. Tot Mangalița. La găini, el a studiat ereditarea penajului frizat considerând că



la rasele din țara noastră acest caracter este monofactorial neletal. A identificat 7 mutații pe cromozomii I și II de *Drosophila melanogaster*.

În 1937 și 1940 publică în două volume tratatul de zootehnie generală în care prezintă pe larg problemele de genetică. Prin lucrări și conferințe face cunoscute cercetările cunoscuților geneticieni Mendel, H. de Vries, Weismann, Morgan, Baur, Müller etc.

Nicolae Teodoreanu (1889—1977) rămîne în panteonul geneticii românești, pe lângă alte contribuții, drept creatorul împreună cu S. Timariu al primei rase românești de animale — Merinosul de Palas. A efectuat, de asemenea, cercetări la bovine, suine și păsări. În 1912 a descris la *Bos taurus* o mutație care determină absența coarnelor. Lucrările sale au fost încununate cu numeroase premii ca: Premiul A. Locusteanu (1930), Premiul Academiei de Agricultură din Franța (1932). Premiul V. Adamachi al Academiei Române (1938).

T. Săvulescu (1889—1963), a contribuit la dezvoltarea în țara noastră a cercetărilor de genetică, militînd pentru implicarea geneticii în ameliorarea plantelor și animalelor. În volumul *Materia și viața* a publicat un amplu studiu *Baza genetică a evoluției ființelor vietoare*, în care acordă o atenție deosebită mutațiilor și schimbărilor numerice și structurale pe care le suferă cromozomii. Într-o conferință ținută la 4 martie 1940 la Academia de Înalte studii Comerciale din București, evidențiază rolul unor științe biologice (fiziologia animalelor și a plantelor, genetica) în agricultură. T. Săvulescu arată: „O altă ramură a Biologiei” care dă un sprijin masiv Agriculturii este genetica, știința eredității și lămurirea mecanismului transmiterii caracterelor a făcut ca materia vie să apară ca ceva plastic și susceptibil să sufere în cîțiva ani modificări mai profunde decît acelea pe care le suferă formele sălbatice în natură în curs de secole sau milenii. În locul factorilor care determină evoluția naturală a plantelor și animalelor factori foarte puternici, dar care dă un sprijin masiv agriculturii este genetica, știința eredității și artificială intensivă, riguroasă, strict orientată, separă repede dintr-o populație complexă elitele, a căror însușiri corespund unui scop cultural determinat“.

Printre cei care au adus contribuții notabile la dezvoltarea geneticii în România se remarcă de asemenea N. Stamatin, Alice Săvulescu, G. Oancea-Ursu, S. Timariu, A. Mudra și Veturia Derlogea.

În domeniul genetii plantelor, o contribuție de prim ordin o aduce renumitul savant agrobiolog Gh. Ionescu-Sisești care, utilizînd metodele hibridării și selecției, creează soiul de grîu A-15, cultivat în cea mai mare parte a țării, din 1933 pînă în 1966.

Profesorul Victor Ghimpu (1896—1952) de la Facultatea de agromonomie din Timișoara este printre primii români care abordează probleme de cariologie și citogenetică la plante din specii diverse: lucerna, orz, vița de vie, stejar, tutun etc. În lucrarea sa „Ereditatea; evoluția și viața”, apărută în anul 1930, pune drept motto spusele lui Osborn: „Genetica este cea mai pozitivă, permanentă și triumfătoare ramură a biologiei moderne”; afirmație care devine o paradigmă a zilelor noastre.

Geneticieni-amelioratori precum Ștefan Popescu, au dăruit științei și practicii agricole soiuri valoroase de grîne, iar Vl. Moșneaga este crea-



torul hibrizilor dubli de porumb, printre care IOAR-54 ce a fost mult extins în cultură.

N. Săulescu (1898—1977). A susținut prima teză de doctorat în genetică, în care se ocupă de elaborarea hărții cromozomale la *Antirrhinum majus* (*Beitrag zur chromosomenkarte von Antirrhinum majus*). A publicat numeroase lucrări de genetică și ameliorare, între care amintim: Hibridul grâu-secară (1923), Ameliorarea plantelor agricole (1934), Principii de genetică (1969), în colaborare cu N. Giosan; Elemente de biometrie (1937) în colaborare cu Mudra. Rămâne în știință prin contribuții originale pe care le-a adus la ameliorarea plantelor de cultură și prin formarea a numeroși specialiști.

Al. Priadcencu (1902—1981) a adus contribuții importante în ameliorarea plantelor prin hibridare, poliploidizare și mutageneză, obținând mai multe linii consangvine și poliploide (autotetraploide și aloploidice) la grâu, secară, orz, ovăz, floarea soarelui; porumb; linte; in de ulei. Numai la cereale a obținut peste 700 hibrizi complecși prin încrucișarea grâului cu secara și pirul, analizați genetic și utilizați în procesul de creare de noi soiuri de grâu.

A. Vlădescu (1903—1944) a efectuat studiul cromozomilor la genul *Silene* (*S. pontica*, *S. supina*, *S. otites*, *S. nutans*, *S. dichotoma*, *S. acaulis*) evidențiind existența unei specii tetraploide (*S. pontica*,  $2n = 48$ ).

Profesorul Vasile Velican (n. 1904), reputat genetist și ameliorator, este creatorul unor soiuri de grâu, orz de toamnă, orzoaică, porumb și cartof care îmbină caractere de înaltă productivitate cu rezistență la boli și condiții nefavorabile de mediu. Este coautor al unor lucrări monografice: Fitotehnia în 3 volume (1956, 1958, 1960); Porumbul (1957), Cartoful (1969). Tratat de ameliorarea plantelor vol. I și II, 1971, 1972.

Contribuții remarcabile la dezvoltarea cariologiei și citogeneticii le-au adus profesorii universitari Mihail Gușuleac, I. T. Tarnavschi, P. Eftimiu, A. Vlădescu.

I. Tarnavschi (n. 1904) a inițiat studii de citotaxonomie la genul *Pulmonaria*, rezultatele originale fiind cuprinse în teza de doctorat pe care o susține în 1935 (*Studii cariosistematice la genul Pulmonaria, cu accentuarea morfologiei cromozomilor și a meiozei*) — Studiază citogenetic diferiți hibrizi sexuați intergenerici *Neo-Aegilotriticum*, *Neo-Secale triticum*, *Triticum X*, *Agropyron*, *T. vulgare X*, *T. durum*, mai multe soiuri de viță de vie și diverse specii din genul *Digitalis* și *Pinus*.

R. Codreanu (1904—1987, personalitate științifică de prestigiu a biologiei românești a abordat în activitatea sa și probleme de genetică. Cunoscător al operei fondatorilor geneticii ca știință G. Mendel, T. Morgan, A. Weismann, H. de Vries, etc. a militat pentru adevăr în știință și pentru dezvoltarea cercetărilor de genetică în țara noastră.

Un valoros citogenetician român, elev al celebrului citogenetician francez R. Turpin a fost Alexandru Caratzali (1904—1980). Susține în 1933 prima teză de genetică umană la facultatea de medicină din Paris intitulată: „La langue plicaturee” sub conducerea lui Turpin. El stabilește asociația dintre sindromul mongoloidism și leucemie. Colaborează la realizarea unor vaste enciclopedii de genetică umană și are contribuții de seamă la stabilirea originii cromozomilor de sex. Este un pionier



al măsurilor de profilaxie genetică a malformațiilor congenitale și al sfatului genetic pe plan mondial. În 1956 a inițiat studiul dinamicii cromatinei sexuale atât în celulele mucoaselor cât și în cele polinucleare. A studiat modificările structurale ale cromozomilor sub acțiunea radiațiilor și a unor derivați ai melaminei și hidandoinei. Este considerat unul din creatorii școlii românești de genetică umană.

N. Stamatiu (n. 1905) este cunoscut prin cercetări în domeniul variabilității și procesului mutațional.

Alice Săvulescu (1905—1970) a efectuat studii de analiză genetică la *Neurospora sitophila* și asupra eredității rezistenței la paraziți a unor soiuri de grâu, porumb, tomate, viță de vie. În colaborare, a elaborat și studii de mutagenză experimentală.

G. Oancea-Ursu (1905—1975), cunoscut psiholog și totodată fondatorul psihogeneticii românești, aduce contribuții originale în domeniul eredității gemenilor. Studiul a 23 cupluri monozigote și a 26 cupluri dizigotice au stat la baza lucrării. *Ereditatea emotivității la gemeni* (1941), în care evidențiază importanța factorilor genetici și de mediu în formarea constituțiilor psihopatice în conturarea temperamentului, comportamentului, și personalității umane. În anul 1985, apare în editura Facla, lucrarea postumă „Ereditate și mediu în formarea personalității”, prima de acest gen din țară și printre puținele pe plan mondial.

A. Mudra (n. 1907) specialist în domeniul geneticii și ameliorării plantelor și al aplicării metodelor statistice în cercetările agricole și biologice, a adus contribuții valoroase în dezvoltarea cercetărilor de citogenetică vegetală (structura cromozomilor și modificările acesteia, variațiile numerice — aneuploidia și euploidia).

Veturia Derlogea (n. 1910) a inițiat primele cercetări de genetică experimentală pe animale de laborator. A studiat modul de transmitere a culorii blănii. A urmărit de asemenea ereditatea caracterelor legate de sex la pești. Contribuții importante a adus în privința distribuției pigmentului la găini. Împreună cu G. K. Constantinescu a stabilit că caracterul frizat al penajului la găinile românești nu este letal în stare homozigotă, ca în cazul găinilor americane și engleze, ci este un caracter dominant, monofactorial, cu putere de expresivitate mai accentuată la formele homozigote decât la cele heterozigote, toți indivizii fiind viabili. Abordează de asemenea studiul mutațiilor la *D. melanogaster* și al grupurilor sangvine și cariotipului la taurine.

O contribuție aparte la dezvoltarea cercetărilor de genetică experimentală animală din țara noastră o aduce dr. Gheorghe Radu (n. 1910), lucrând în special pe *Drosophila* și având la dispoziție peste 400 de mutante. Merită a fi subliniate cercetările sale privind influența razelor X asupra structurii cromozomilor la drosofilă. Lucrările sale în aceste domenii au fost foarte bine apreciate în țară și peste hotare. Rămânând cel mai profund cercetător român al geneticii drosofilei, el a avut de asemenea contribuții importante în studiul eredității suinelor, ovinelor, iepurilor, porumbelilor și vulpilor platinat.

O pagină prestigioasă în dezvoltarea geneticii vegetale din țara noastră o înscrie academicianul profesor Nichifor Ceapoiu (n. 1911). Cercetările sale originale de genetică și ameliorare și-au ales ca obiect de predilecție cînepa. În anul 1958 publică în Editura Academiei R.S.R.



lucrarea de mare anvergură „Cînepa — studiu monografic”. Contribuțiile sale sînt unanim apreciate în domeniul ameliorării grîului, în special al aneuploidiei acestuia (variația numărului de cromozomi ce afectează multe perechi de cromozomi). Este coautor la crearea unor soiuri de grîu de toamnă cu nume de rezonanță latină, greacă sau dacică: Excelsior, Dacia, Favorit, Moldova, Diana, Julia, Ceres, Ileana, Carmen, Doina și Fundulea. În anul 1972 publică în Editura Academiei R.S.R. „Genetica și evoluția populațiilor biologice”, iar în anul 1980 publică „Evoluția speciilor”. În 1983 scrie în colaborare cu Floare Negulescu, în Editura Academiei R.S.R. un tratat despre „Genetica și ameliorarea rezistenței la boli a plantelor” și în anul 1985 opera monumentală „Monografia grîului”, într-o prestigioasă colaborare.

De numele academicianului Nichifor Ceapoiu se leagă și înființarea primei reviste cu profil de genetică și ameliorare din țara noastră „Probleme de genetică teoretică și aplicată”; al cărei redactor responsabil este. Înființarea acestei reviste a reprezentat un moment foarte important în ridicarea nivelului științific al lucrărilor de genetică publicate de autori români. Trebuie, de asemenea remarcate căldura și generozitatea deosebite cu care acad. N. Ceapoiu i-a înconjurat întotdeauna pe tineri, acordîndu-le tot sprijinul său în formarea lor ca specialiști în acest domeniu dificil, dar deosebit de profitabil care este Genetica.

Această scurtă trecere în revistă a activității unora dintre cei care și-au adus contribuții la fundamentarea științei eredității în țara noastră ne oferă o imagine a unor strădanii încununare cu succes, realizate uneori cu mari sacrificii, dar care au asigurat științei românești progresul binemeritat.

Cercetările de genetică s-au dezvoltat cu precădere în ultimele două decenii impulsionate de hotărîrile celui de al IX-lea Congres al Partidului care înscrie și necesitatea amplificării cercetărilor de genetică și folosirea acestora în ameliorarea plantelor și animalelor; sarcini reluate și dezvoltate în hotărîrile următoarelor congrese ale Partidului și în special în Programul de cercetare elaborat de cel de al XII-lea Congres al Partidului. În aceste condiții, bogatele tradiții ale geneticii românești sînt continuate și dezvoltate în numeroase laboratoare din învățămîntul superior biologic, medical, agricol și în Institutul Central de Biologie, Academia de științe medicale și Academia de științe agricole și silvice.

Elaborarea unui program național de inginerie genetică constituie un moment de referință în dezvoltarea cercetărilor de genetică în țara noastră și afirmarea lor pe plan internațional.

Temeliile puse de înaintașii geneticii din România s-au dovedit solide, ele asigurînd științei românești unele priorități incontestabile și constituindu-se în placa turnată a realizărilor practice și teoretice din zilele noastre, cînd cercetarea fenomenului ereditar a fost organizată pe baze moderne incluzînd și unele preocupări de inginerie genetică ce și-au găsit locul cuvenit. Date fiind marile implicații ale geneticii, de ordin economic, social și științific-fundamental, considerăm că nici un efort nu este prea mare atunci cînd el duce la dezvoltarea acestui domeniu și că științei eredității trebuie să i se asigure o bază materială corespunzătoare și un climat de muncă și elevație științifică.



## ÎN ATENȚIA FILIALELOR JUDEȚENE ALE SOCIETĂȚII DE ȘTIINȚE BIOLOGICE

Consiliul de conducere al S.S.R. și-a propus să sprijine activitatea de informare științifică, perfecționarea și modernizarea învățământului biologic prin participarea unor cadre didactice din învățământul superior și cercetători din Institututele de profil la acțiunile pe care le organizează Inspectoratele județene și filialele județene ale S.S.B. (ziua metodică, conferințe, dezbateri, simpozioane, mese rotunde, sesiuni științifice, deplasări pe teren pentru cunoașterea și protecția florei și faunei etc.).

Solicitările vor fi transmise pe adresa Societății de Științe Biologice, Aleea Portocalilor nr. 1—3, București, cod 77206, prof. dr. I. Anghel, Președintele S.S.B. (telefon 49.66.02, 49.76.95), lector dr. C. Voica secretar al S.S.B. (telefon 49.66.02, 49.76.95), Județele Alba, Arad, Sibiu, Covasna, Hunedoara, Harghita, Mureș, Cluj, Bihor, Satu Mare, Maramureș, Bistrița-Năsăud, Sălaj se pot adresa și prof. dr. I. Hodîșan, Directorul Grădinii Botanice din Cluj-Napoca — Str. Republicii nr. 42 (telefon 951/1.21.52) și conf. dr. Ana Fabian, facultatea de Biologie, Geologie, Geografie Cluj-Napoca, Laboratorul de fiziologia plantelor — Str. M. Kogălniceanu nr. 1 (telefon 951/1.61.01 sau 4.58.43), iar județele Suceava, Botoșani, Iași, Neamț, Bacău, Vaslui, Galați și prof. dr. N. Topală — facultatea de Biologie, Geologie, Geografie, Universitatea „Al. I. Cuza”, Iași (telefon 981/6.54.50 int. 131 sau 981/1.35.40).

## ÎN ATENȚIA MEMBRILOR S.S.B.

Revista *NATURA* — supliment pentru profesori și elevi este interesată să publice articole de sinteză din diferite domenii ale biologiei, articole care să prezinte o serie de curiozități ale naturii, aspecte interesante din lumea plantelor și animalelor, experimente privind predarea și evaluarea cunoștințelor, activități desfășurate în cadrul cercurilor de biologie, loturile școlare, lucrări elaborate de elevi și studenți, rebus pe teme de biologie, precum și articole care prezintă viața și opera marilor personalități ale biologiei românești și universale.

Autorii sînt rugați să înainteze articole dactilografiate la două rînduri, în două exemplare pe adresa lector dr. Gavrilă L. — redactor, Str. Aleea Portocalilor nr. 1—3, București, cod 77206 sau biolog dr. Mohan Gh. — secretar de redacție — Grădina Botanică, Șos. Cotroceni nr. 32, cod. 76258.

Bibliografia, tabelele, explicația figurilor vor fi dactilografiate pe pagini separate, iar figurile vor fi executate în tus, pe hîrtie de calc. Se va evita repetarea aceluiași date din text, tabele și grafice. Citarea bibliografiei în text se va face trecînd în paranteză, inițiala și numele autorului, precum și anul apariției lucrării.

În bibliografie se vor cita, alfabetic și cronologic (cu majuscule), numele și inițialele autorilor, titlul cărților (subliniat) sau al revistelor (prescurtat conform uzanțelor internaționale), anul, volumul (subliniat cu două linii), numărul (subliniat cu o linie), paginile (sau numărul lor, în cazul cărților).

Toate articolele trebuie să aibă avizul președintelui filialei județene a S.S.B. și mențiunea că au fost prezentate în cadrul cercului metodic sau cu prilejul zilei metodice, sesiuni de referate și comunicări, simpozioane etc.

Întreaga răspundere privind calitatea științifică a lucrărilor revine autorilor.



nl 7186

